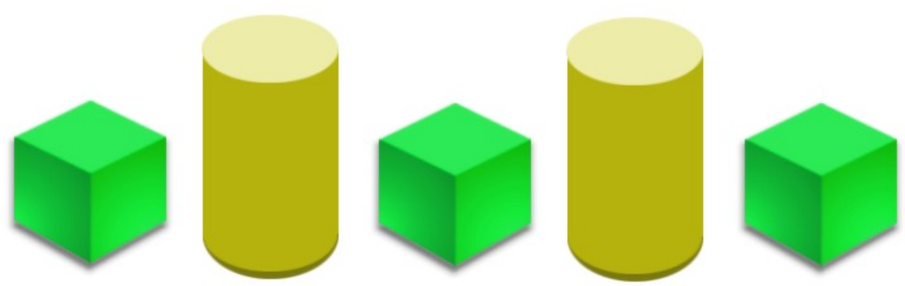
Betonipar, valamint út- és térbetonburkolatok témaköre
Betonépítés fejlődése az elmúlt 85. évben. **Balázs György** tiszteletére 85. születésnapján *(2011. június)*
Betonipar, technológia és tudomány fejlődése 1999-2008 között. Szerzők: **Borosnyói Adorján, Kausay Tibor, Liptay András, Szabó Imre, Tápai Antal** (*2009. szeptember)*
Betonburkolatok hajlító-húzószilárdságának fáradása ismételt teher hatására. **Liptay András** tanulmánya *(2009. május)* **Lásd: PÁLYATÁRSAK-írásai**
Betontechnológia hordós hulladéktároló „kármentő tálca" készítéséhez *szikramentes* és *acélhuzal-szálerősítésű* betonból. A betontechnológia 1994. július 20-án készült. *(2009. november)*
Betonutak építése és fejlesztése az utóbbi 60 évben Magyarországon. **Liptay András** tanulmánya *(2009. április)* **Lásd: PÁLYATÁRSAK-írásai**
Búcsúzom a BVM Épelem Gyártól *(2011. május)*
Közútépítési betonok szabályozása. **Liptay András** előadása Budapesten, 2007. május 31-én, a Magyar Betonszövetség "A beton minősége" című konferenciáján (*2007. június*) **Lásd: PÁLYATÁRSAK-írásai**



A betonépítés fejlődése az elmúlt 85 évben

DR. BALÁZS GYÖRGY

prof. emeritus, Széchenyi-díjas tiszteletére születésnapján

2011/6/3 9:54

Budapest, 2011. június 27.

Dr. Kausay Tibor

2011 - 85 = 1926

2006. május 30.

DR. BALÁZS GYÖRGY

prof. emeritus, Széchenyi-díjas

85 éves

ÉPÍTÉSÜGYI SZABÁLYZAT

BUDAPEST SZÉKESFŐVÁROS TERÜLETÉRE.

AZ 1870. ÉVI X-IK TÖRVÉNYCIKK ALAPJÁN KIADJA

A FŐVÁROSI KÖZMUNKÁK TANÁCSA.

MÁSODIK, KIEGÉSZÍTETT KIADÁS.

BUDAPEST, 1926
„HELLAS“ IRODALMI ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG
V., SZIGET UTCA 8.

Betonfalazatokban megengedhető igénybevételek.

(Függ. VIII. c.)

Csömöszölt, vagy öntött betonfalazatok a fal karcsusága (a magasságának a vastagságához való viszonya $\frac{m}{v}$) és a cement mennyisége szerint a következő értékekig vehetők igénybe:

Ha egy m³ kész betonban van portlandcement	Karcsuság $\frac{m}{v}$ 8	Karcsuság $\frac{m}{v}$ 12
150 kg	8 kg/cm²	5 kg/cm²
200 „	13 „	9 „
250 „	18 „	13 „
300 „	23 „	17 „

Az $\frac{m}{v}$ közbenső értékeire az igénybevételek interpolálással állapithatók meg.

Ha a beton szilárdsága próbákkal igazoltatik, akkor tekintet nélkül a beton keverő arányára, a megengedhető igénybevétel a 20 cm-es kockán 6 hetes korában megállapitott törőszilárdság $^1/_6$-része lehet.

Vasbeton szerkezetek magas épitményeknél, vagy hasonló elbirálás alá eső szerkezeteknél.

Hajlitott vasbeton gerendákban a betonban nyomásra 50 kg/cm², lemezeknél 45 kg/cm² lehet az igénybevétel.

Oszlopokban, ha az excentrikus terhelésből származó feszültség ki van számitva, 50 kg/cm², centrikus nyomásra számitható oszlopoknál 40 kg/cm² lehet a beton nyomó igénybevétele.

Oszlopokban a betonra megengedhető igénybevételek az oszlopok karcsusága szerint kisebbitendők, még pedig a következő arányban (σ_b a beton oszlopokban megengedhető fenti igénybevételeket jelenti):

Karcsuság = oszlopmagasság osztva a kisebbik keresztmetszeti mérettel	$\leqq 15$	$\leqq 20$	$\leqq 25$
A betonban megengedhető igénybevétel	σ_b	$0{\cdot}8\,\sigma_b$	$0{\cdot}6\,\sigma_b$

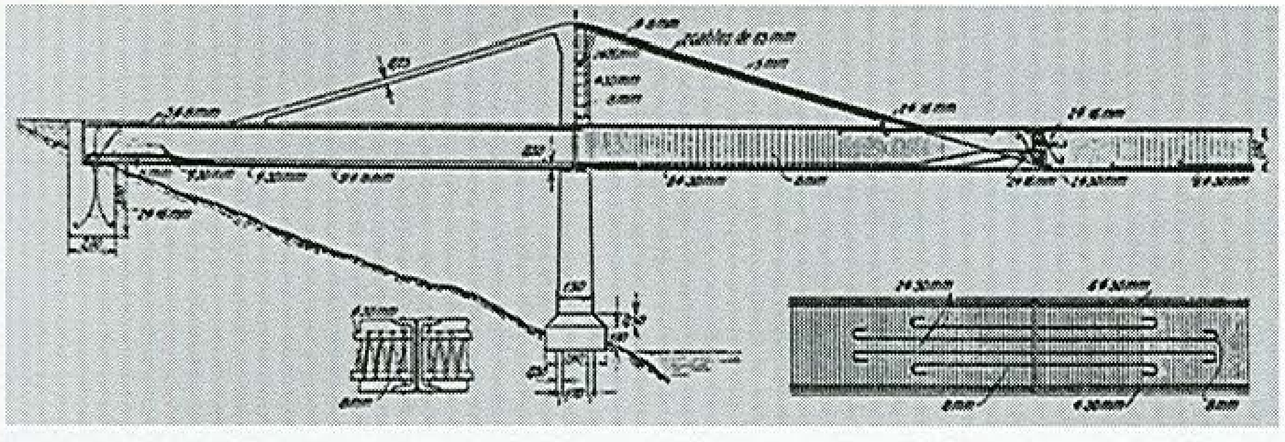
Eduardo Torroja (1899-1961): Tempul-aquadukt a Guadelete folyó felett Andalúziában. Jerez de la Frontera község, Spanyolország.

Az első korszerű ferdekábeles vasbeton függőhíd.

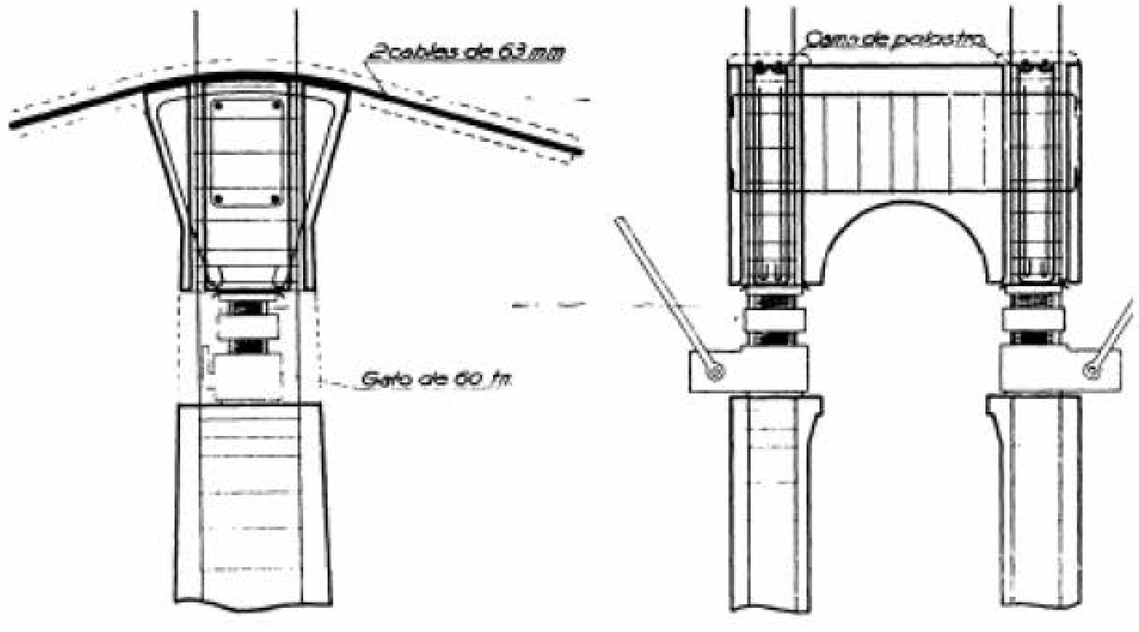
Főtámaszköz: 60,4 m, az oldal nyílások hossza: 2·20,1 m

Épült: 1926

Forrás: http://en.structurae.de/structures/data/index.cfm?id=s0001055



Az önsúlyból adódó kábelnyúlások a pillérfejekben kiegyenlíthetők.



Eugène Léon Freyssinet (1879-962) kétszintű (közút és alatta egypályás vasút, amelyet sohasem használtak) *feszített vasbeton ívhídja* Franciaországban. A pillérek tengelytávolsága. 186 m, az ívek szabad nyílása: 172 m.

Bild 18. Marie Eugène Léon Freyssinet (1879–1962)

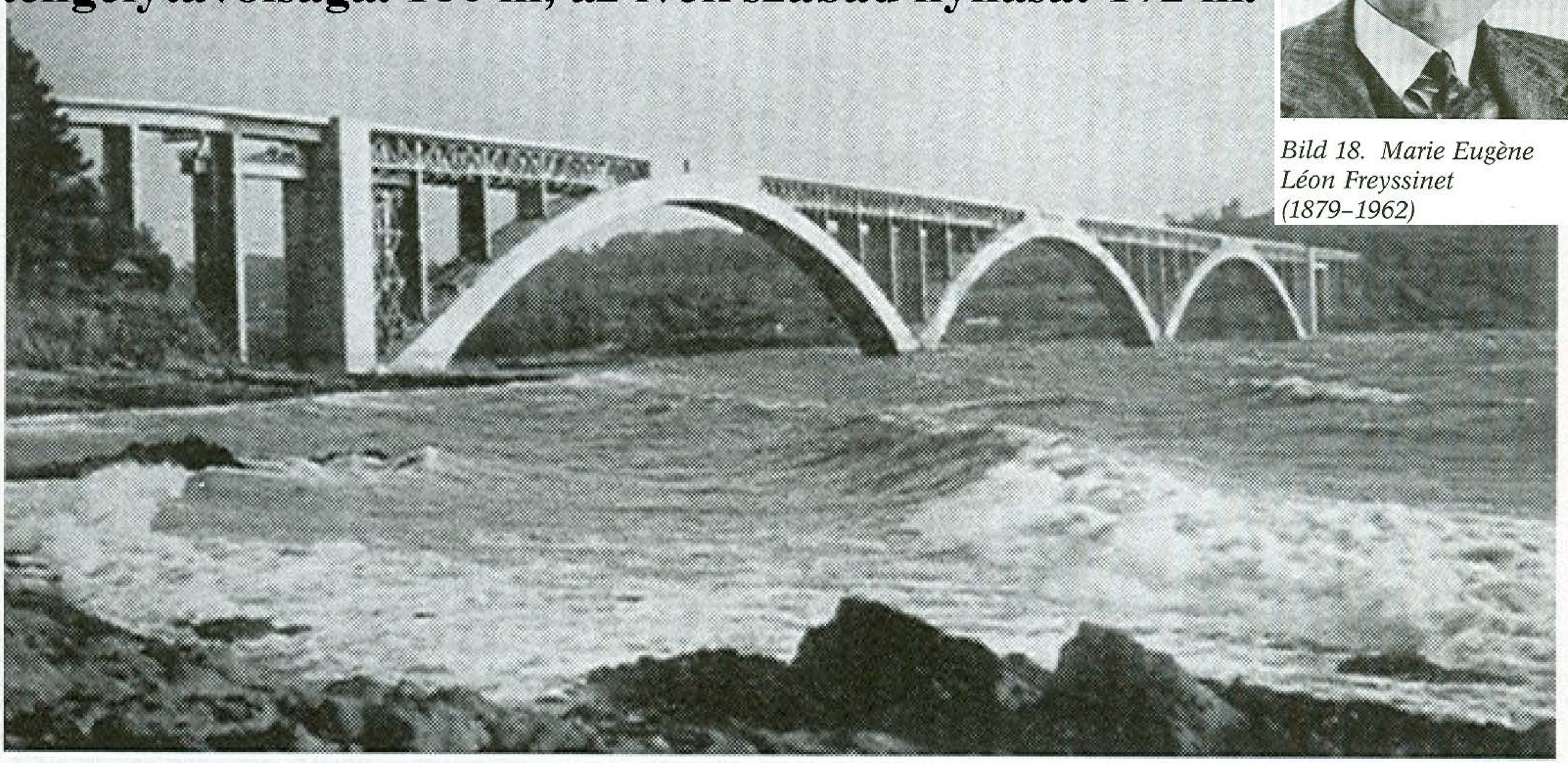


Bild 34 Bogenbrücke über den Elorn bei Plougastel, Bretagne, 1926–30

1932. Budapesti Nagyásárcsarnok (soroksári Duna-ág),

amelynél először alkalmazták a szabadalmaztatott *Zeiss-Dywidag*-féle (Dyckerhoff & Widmann AG) donga ívű héjszerkezetet.

Forrás: Herzog, M.: Kurze Geschichte der Baustatik und Baudynamik in der Praxis. Bauwerk.Verlag. Berlin, 2010.

Bild 22. Franz Dischinger (1887–1953)

Bild 23. Ulrich Finsterwalder (1897–1988)

Dischinger

Finsterwalder

Statikus: *Obrist Vilmos*
Építész: *Münnich Aladár*

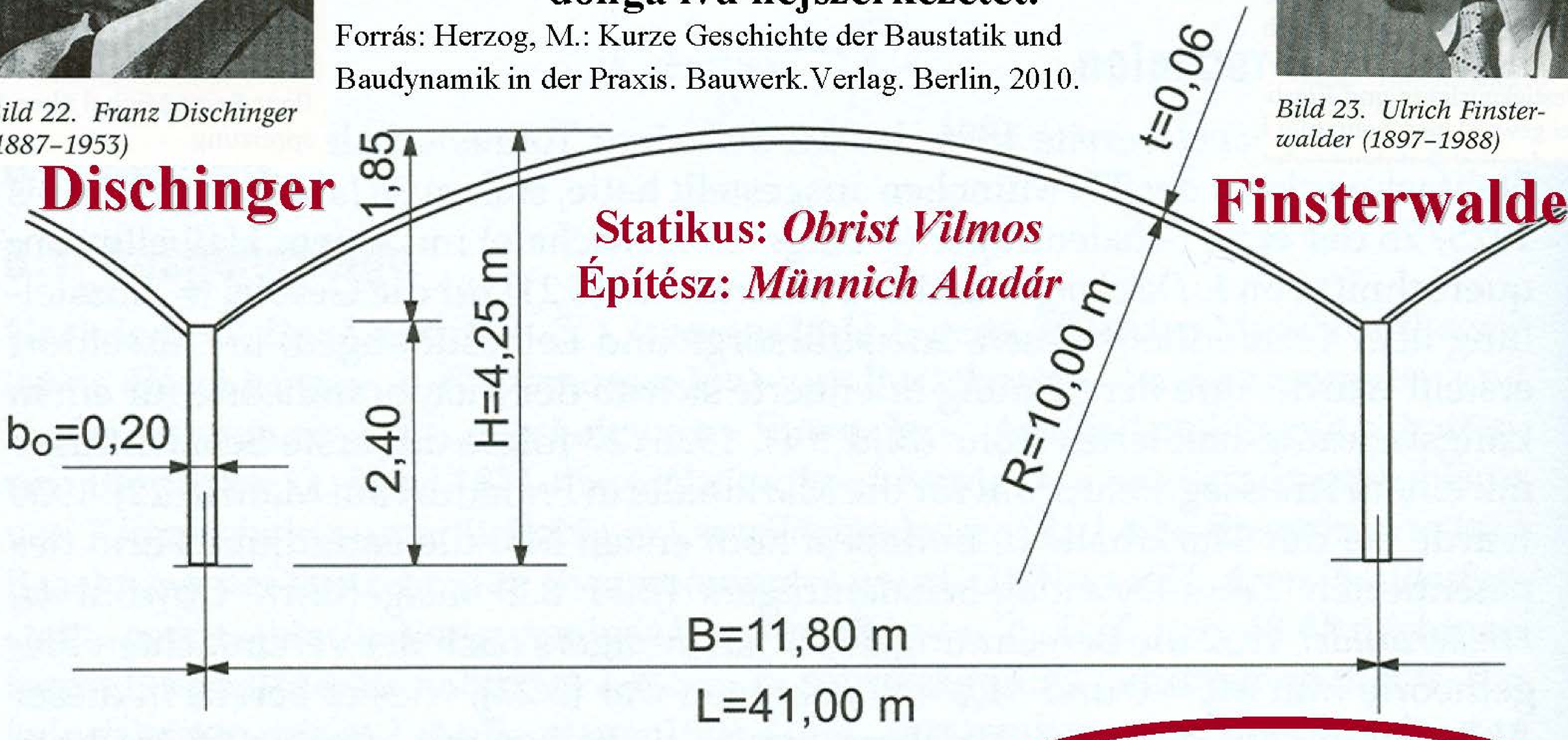


Bild 8.2 Querschnitt des symmetrischen Schalenträgers der Markthalle in Budapest 1932

Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1932[1].

Die „Bestim… …en des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1932“ sind im Reich… …den Ländern eingeführt:

durch ger… …n Erlaß vom 14. Mai 1932
W. 2. T. 3. 74… R. V. M. im Bereich des Reichsverkehrsministeriums;
V a. 4606 P… Ha…
VII. 560 P… L…
veröffentl… durc…
III. 19… du… …rdnu…
10. Au… Nr.
blatt … Freis…
…ordnu…
1932 … II K
bla… vom 2…
…ekanntu…
3 … er 1932 …
v… …eisendeck…
…ministeri…
… durch E…
…mber 1932 …
… aus Eisenbe…
Innenministeriums…

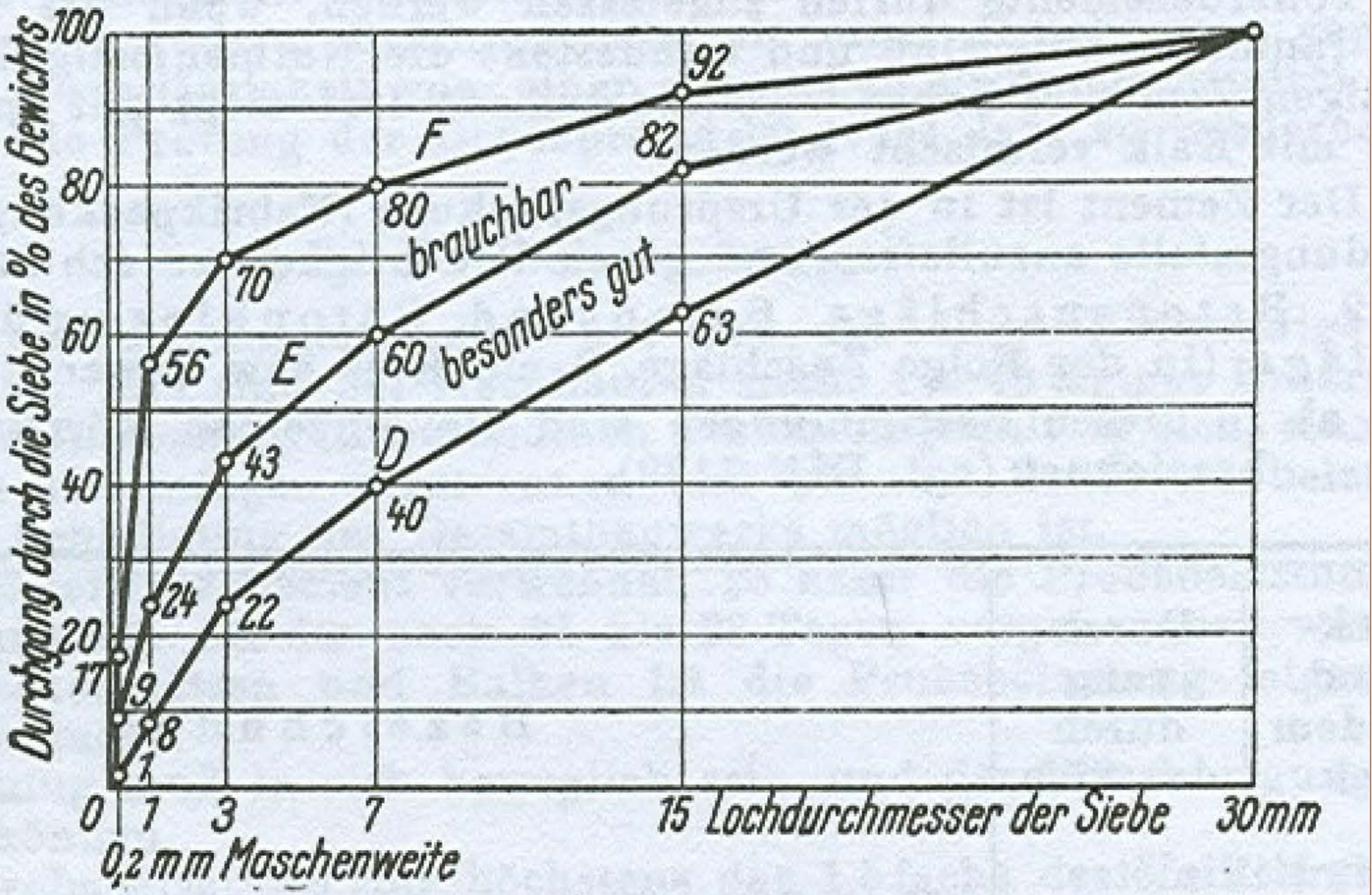


Bild 2. Gesamte Zuschläge.

Német Vasbeton Bizottsági szabályzata
Forrás: Historische technische Regelwerke für den Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau. Hrsg.: F. Fingerloos Ernst & Sohn, Berlin, 2009

Veszprémi Szent István völgyhíd. 1937.

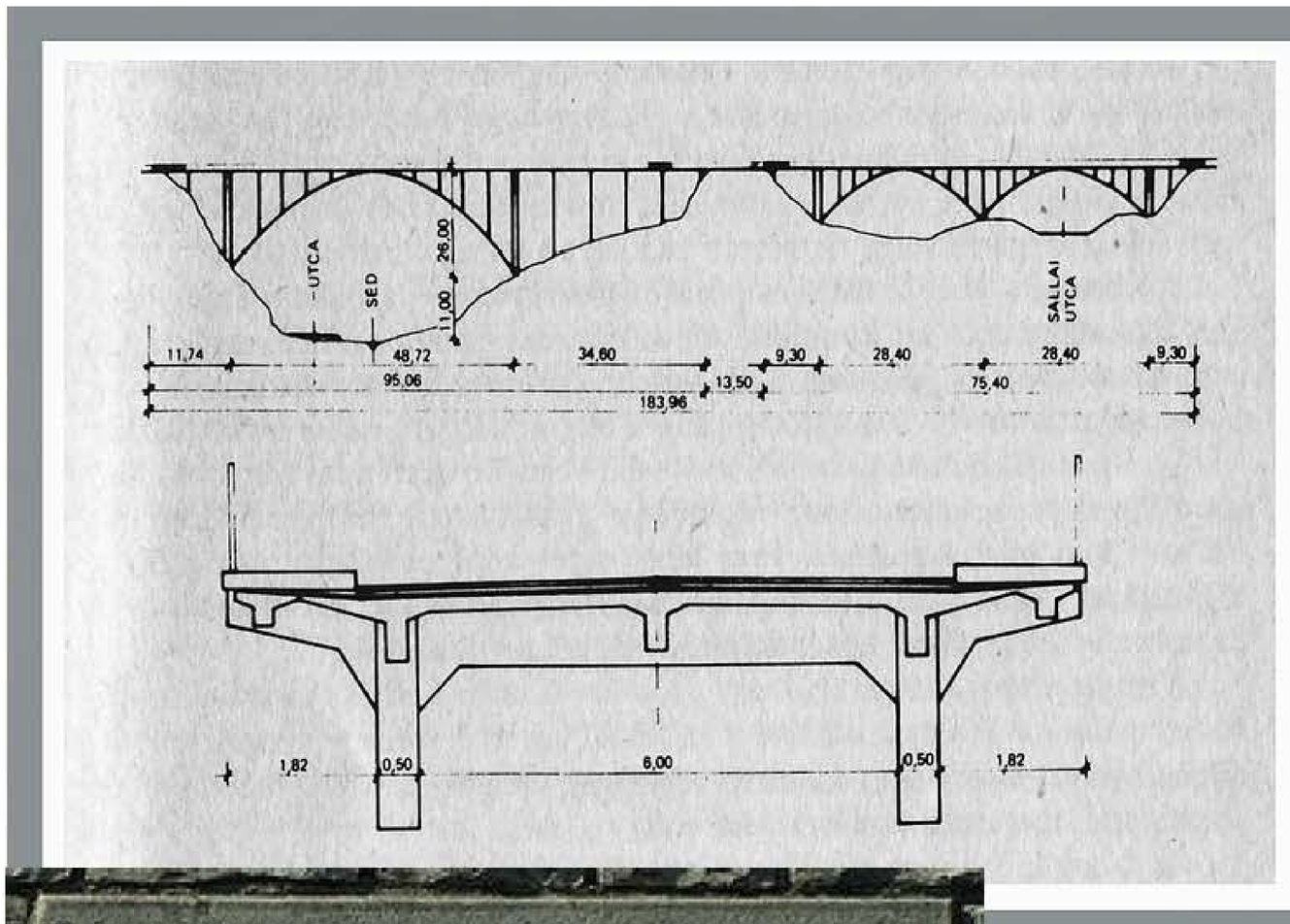
Tervezte: Folly Róbert

(Brennbergbánya, 1889. június 7. - Budapest, 1965. április 24.)

(1920-1924 között *Dr. Mihailich Győző* professzor adjunktusa)

Veszprém

Szt. István völgyhíd



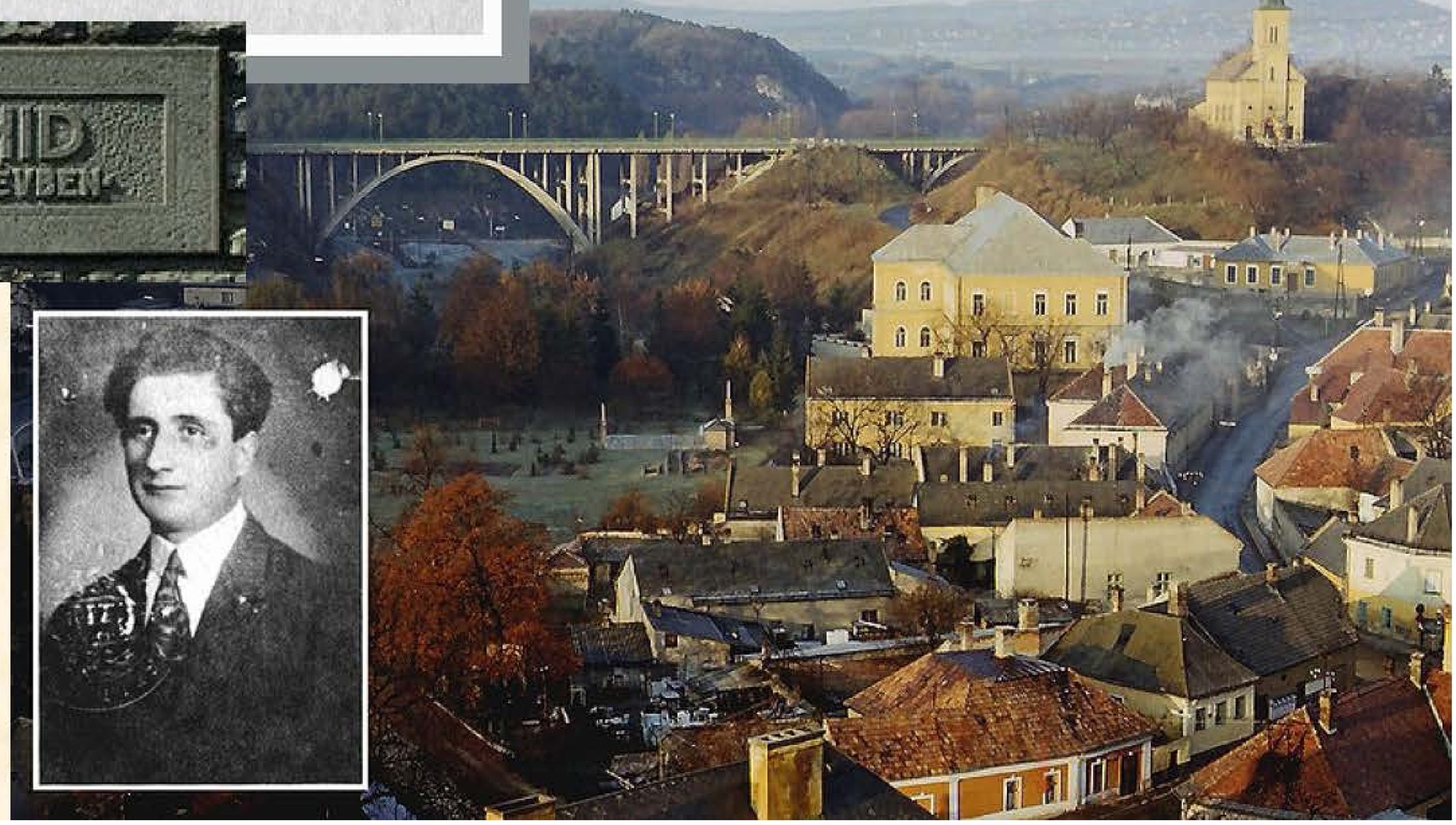
Felsőpályás vasbeton ívhíd. Egy nagy és két egyforma méretű kisebb ív alkotja. Teljes hossza 185, legnagyobb magassága 37 m. A nagy ív támaszköze 46 m, a kis íveké 26,6–26,6 m.

1937.

A képet szerkesztette:

Kiss Tamás

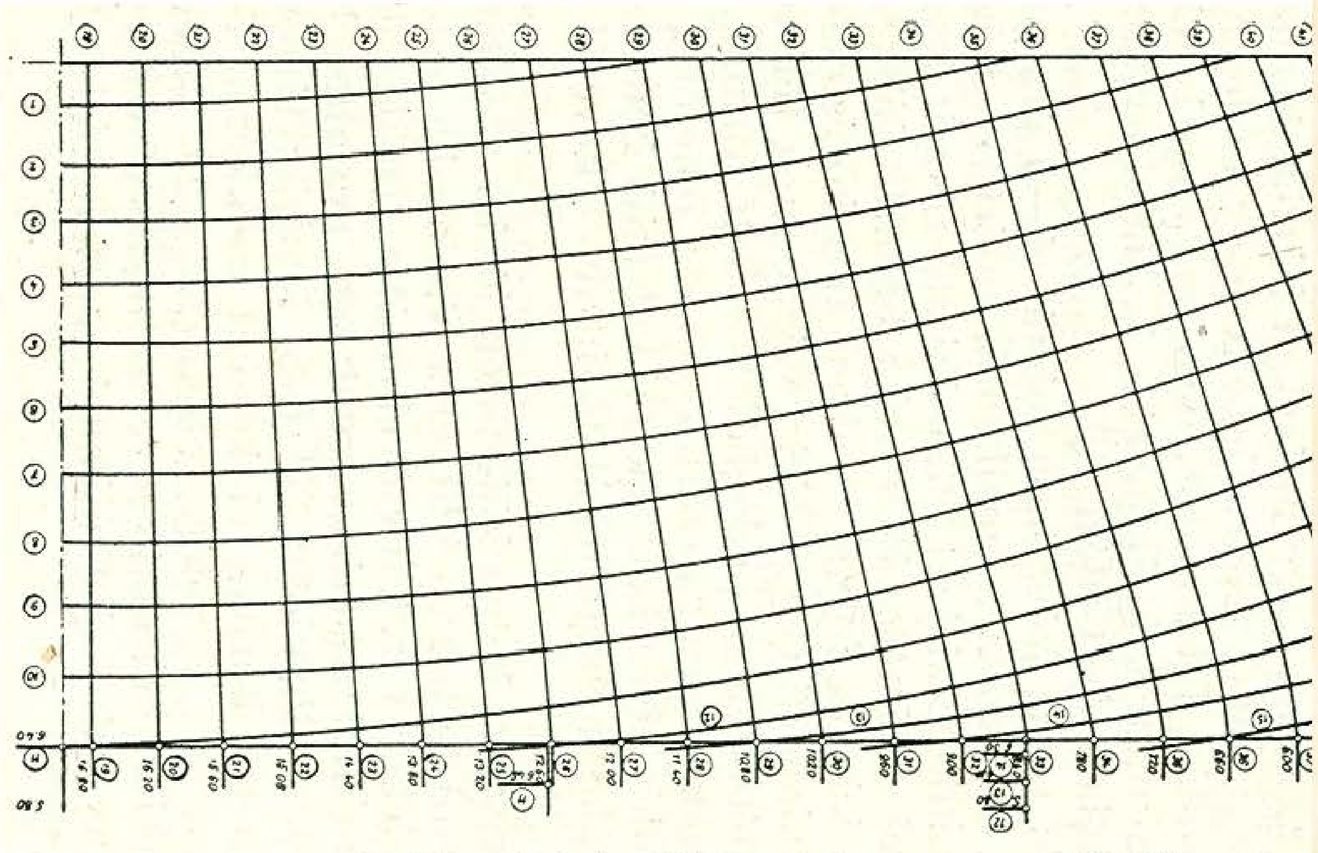
Forrás:
http://hu.wikipedia.org



Folly Róbert, hídépítő mérnök

Brennbergbánya, 1889. jún. 7. - Budapest, 1965. ápr. 24.

Oklevelét a budapesti Műegyetemen nyerte.
1920-1924 között Mihailich Győző professzor adjunktusa volt, és részt vett Vasbetonszerkezetek c. könyvének munkálataiban.
1924-ben önálló tervezőirodát nyitott, s elsősorban hídtervezésekkel foglalkozott.
Ez időből származó főbb alkotásai *a szendrőládi Boldva-híd, a városlődi és veszprémi völgyhidak, a győri gabonatárház, a budapesti városmajori templom vasbeton szerkezete, a lóversenypálya lelátói* stb. 1949-től 1960-ig tervezőirodában működött s ez időszakban vasbeton hűtőtornyokat is tervezett. Több műszaki lap szerkesztésében vett részt.



28. ábra. A kelenföldi autobusz-garage elliptikus paraboloid héjának vasalása

Kelenföldi (Hamzsbégi úti) autóbusz garázs.

Építész: *Padányi Gulyás Jenő*,
(Técső, 1900 – USA, 1982)

Statikus: *Dr. Menyhárd István*,
Ybl-díjas (Vulkapordány, 1902 – Bp., 1969)

Építésekor – 1938 és 1941 között – az ekkora méretű, oszlopok nélküli, feszített héjszerkezetű épület világrekordnak számított.

Tető-héja elliptikus paraboloid.

A főtartók 81,6 m támaszközű kétcsuklós vonóvasas ívek, távolságuk egymástól 12,5 m. Ezek közé vannak 33,53 m hosszban kifeszítve a 6 cm vastag héjak. A vasalás 6 mm átmérőjű, egymástól 15 cm-re futó szálakból áll, amelyek a főfeszültségek irányába futnak.

ÉPÍTÉSÜGYI SZABÁLYZAT BUDAPEST SZÉKESFŐVÁROS TERÜLETÉRE.

AZ 1937 : VI. TÖRVÉNYCIKK ALAPJÁN ALKOTTA
A
FŐVÁROSI KÖZMUNKÁK TANÁCSA.

HIVATALOS KIADÁS.

ÁRA 25 PENGŐ
ÖVEZETI TÉRKÉPPEL EGYÜTT

BUDAPEST, 1940.
MAGYAR KIRÁLYI ÁLLAMI NYOMDA.
886.

Teherbíróképesség.

403. §.

1. A teherhordó szerkezetek teherbíróképességét hitelt érdemlően igazolni kell, kivéve, ha a szerkezet teherbírása gyakorlati tapasztalatok alapján kétségtelen.

2. A teherbíróképességet rendszerint erőtani számításokkal kell igazolni. Ha azonban a szerkezet teherbírása számítások alapján csak nehezen vagy egyáltalán nem állapítható meg, továbbá akkor is, ha az építésügyi hatóság bármely okból elrendeli, a teherbíróképességet teherpróbával kell igazolni.

Erőtani számítások.

404. §.

1. Az erőtani számításoknál a fennálló jogszabályokban és a Magyar Országos Szabványokban megállapított megjelöléseket és mértékegységeket, illetőleg az ott meghatározott számítási adatokat és feltevéseket kell használni és igazolni kell, hogy a szerkezet igénybevétele az azokban megállapított határt nem haladja meg. Ettől eltérő számítási elv csak akkor fogadható el, ha annak megbízhatósága hitelt érdemlő kísérletek alapján vagy egyébként kétségtelenül megállapítható.

2. Jogszabály vagy Magyar Országos Szabvány hiányában, illetőleg annak hatálybalépéséig a székesfőváros polgármestere határozza meg a Fővárosi Közmunkák Tanácsának előzetes hozzájárulásával, hogy az erőtani számításokban milyen megjelöléseket, mértékegységeket, számítási adatokat és feltevéseket kell használni, illetőleg milyen igénybevételi határokat kell alapul venni.

3. Ha az erőtani számításokban kísérleti eredményre vagy nem közismert képletre hivatkoznak: a kísérlet részletes leírását, illetőleg a képlet részletes levezetését is közölni kell, vagy pedig meg kell nevezni azt a könnyen hozzáférhető forrást, ahol ezek megtalálhatók.

4. Szomszédos épületnek vagy ideiglenes épületrésznek az erőtani számításokkal igazolandó szerkezetre gyakorolt kedvező hatását a teherbíróképesség kiszámításában nem szabad figyelembe venni, az esetleges kedvezőtlen hatásra azonban tekintettel kell lenni.

5. Meglevő szerkezet megerősítésére szolgáló új szerkezetet csak akkor szabad az erőtani számításokban a meglevő szerkezettel együttdolgozónak tekinteni, ha az együttdolgozást a szerkezeti elrendezés kétségtelenül biztosítja.

6. Különleges anyag vagy szerkezet, továbbá a szokásostól eltérő munkamenet esetében az építésügyi hatóság felhívására az erőtani számításokhoz a tervezett munka végrehajtásának módját és menetét feltüntető műleírást is kell csatolni.

Teherpróba.

405. §.

A teherpróbát a fennálló jogszabályokban, illetőleg a Magyar Országos Szabványokban megállapított módon, ilyen szabályok hiányában, illetőleg hatálybalépésük előtt pedig az alábbiak szerint kell elvégezni:

A MÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ INTÉZET KIADVÁNYAI
III. KÖTET, 14. FÜZET

DR. MIHAILICH GYŐZŐ

A BETON- ÉS VASBETONÉPÍTÉS ÚJABB FEJLŐDÉSÉ

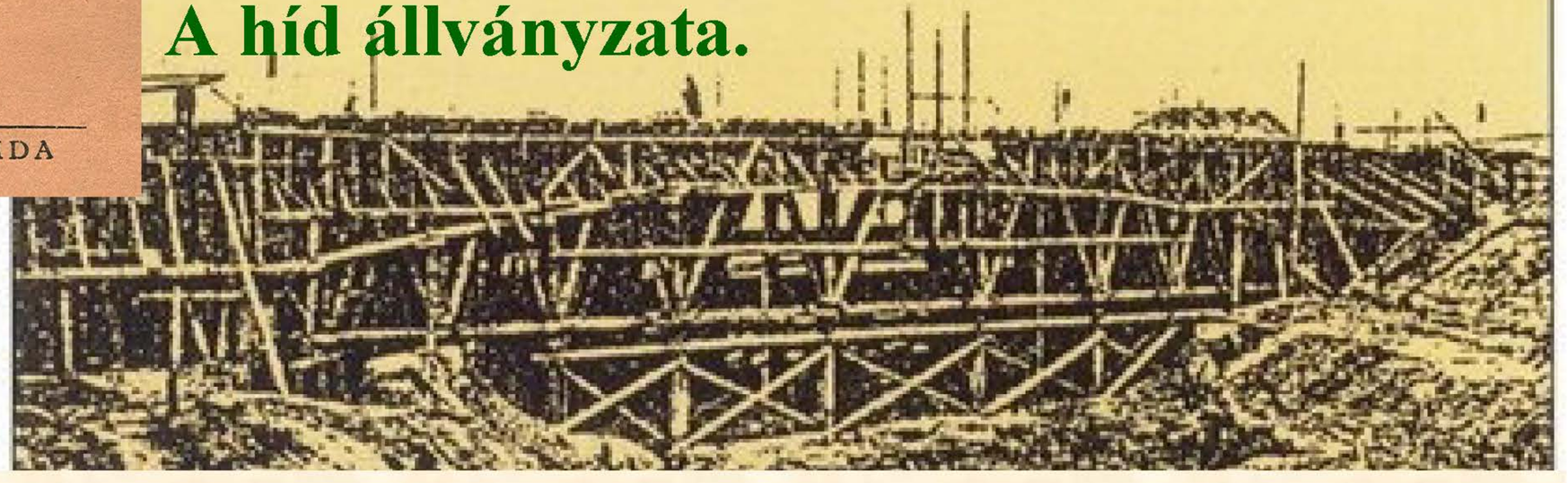
A MÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ INTÉZET
1941. ÉVI TANFOLYAMAINAK ANYAGA

14. FÜZET

ES , 1942
EGYETEMI NYOMDA

1909. május – Temesvári Ligeti úti híd. A híd annak idején a világ legnagyobb nyílású vasbeton gerendahídja volt.

Az 1910-es párizsi világkiállításon a híd dicsérő oklevélben is részesült.
A híd állványzata.



Temesrékás, 1877. okt. 14. - Budapest, 1966. márc. 18.

Mihailich Győző, hídépítő mérnök, műegyetemi tanár

Temesrékás, 1877. okt. 14. - Budapest, 1966. márc. 18.

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett 1899-ben építőmérnöki oklevelet. 1920-tól 37 éven át a II. sz. Hídépítéstani Tanszék vezetője. 1931-től a tanszéki Beton- és Vasbetonépítési Laboratóriumot is vezette. 1941-ben létrehozta a Mérnök Továbbképző Intézetet, melynek első igazgatója lett. A BME Építészeti Karának dékánja, az egyetemnek két ízben rektora is volt (1942-43 és 1949-50).

Hitte és vallotta, hogy az egyetemi oktatónak nem szabad elszakadnia az ipari élettől, mert csak így adhat jó megoldásokat.

Első nagy munkája *a temesvári Liget-úti híd terve*. Ő tervezte többek között *a szolnoki Tisza-hidat (1910-11), a tamáshidai Fekete-Körös hidat (1911-12), a Sebes-Körös berekböszörményi hídját (1910-11).* Tervei szerint építették újjá *1929 és 1935 között a budapesti Margit-hidat*.

Sámsondi Kiss Béla kifejlesztette a dermesztett beton – szövetszerkezetes, illetve gipszbeton – építési módot, amelyet „székely furfang”-nak is neveznek. Ennek alkalmazásával építette meg 1941-1944 között a saját családi házát (Budapest, XII. Dayka Gábor u. 83.). Az építési mód akkori tapasztalatait „Szövet-szerkezetes épületek” című könyvében (Műszaki Kiadó, Budapest, 1965.) foglalta össze. Mintegy 100 megépült gipszbeton szerkezet bizonyítja az eljárás helyességét.

A „no-coarses” dermesztett betonok olyan speciális vékonyfalú teherhordó anyagok, illetve szerkezetek, melyek azáltal tömörödnek, hogy a bedolgozáshoz szükséges többlet víznennyiséget az előregyártott zsaluzat gyorsan elszívja Nedvszívó zsaluzatként *gipszkartont* alkalmaznak, kis testsűrűsége, egyszerű gyárhatósága, kész felület kialakítási lehetősége miatt.

A gipszbeton felületész monolit vasbeton héjszerkezet, mely statikailag méretezett vasalással legalább C 12-4/ F minőségű dermesztett homokbetonból készül.

A dermesztett beton anyag: Különleges szemmegoszlású, nagy cementtartalmú (600-1000 kg/m^3), *nagyszilárdságú homokbeton*, méretezés szerinti 3-8 mm-es vasalással (C l5 H., BHB 60.50., B60.40.), 25-40 mm szerkezeti vastagsággal.

Forrás:

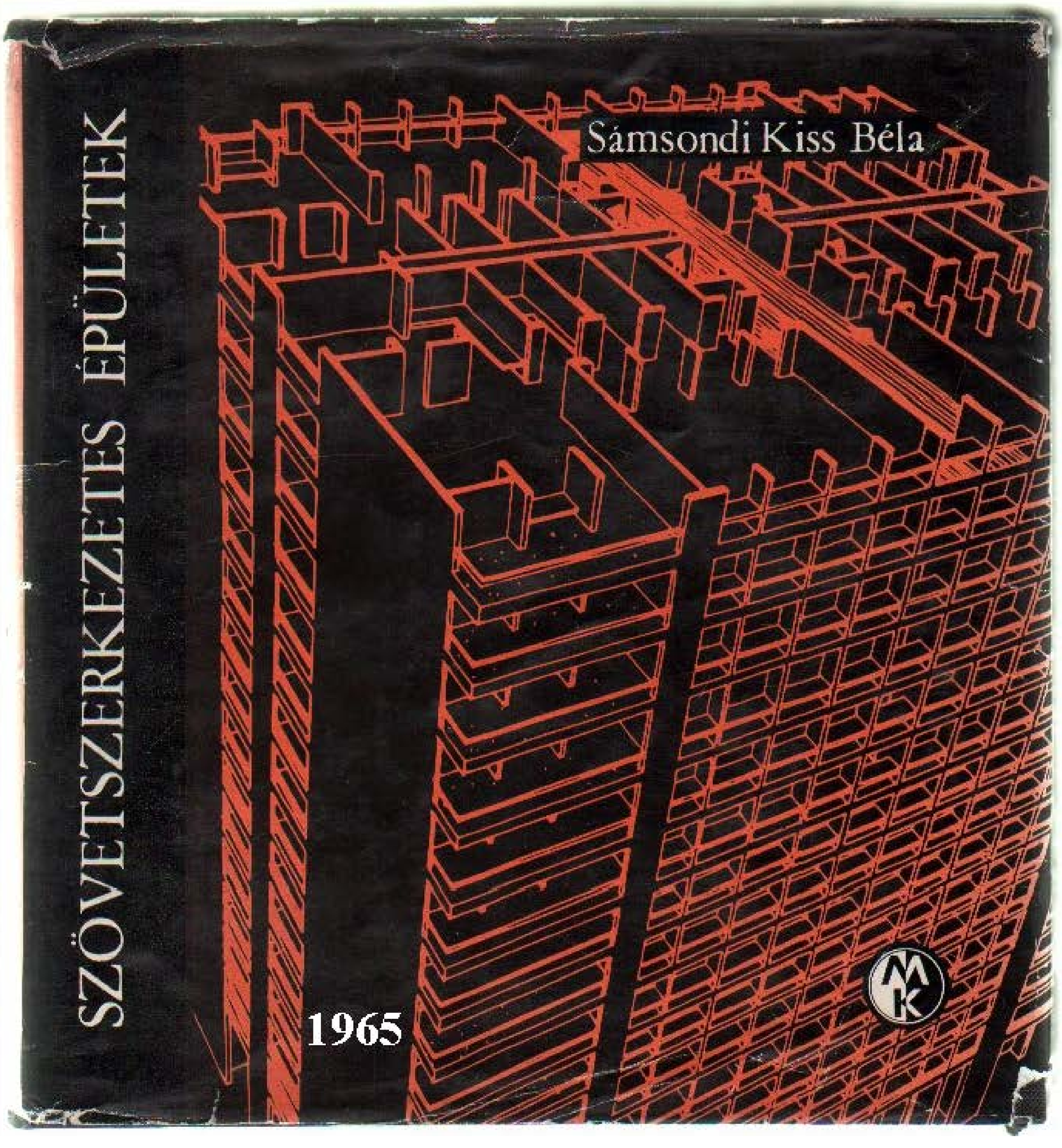
Kászonyi Gábor dr.: „Gipszbeton szerkezetek tervezési módszereinek továbbfejlesztése”, Műszaki Szemle, 15., pp.10-16.

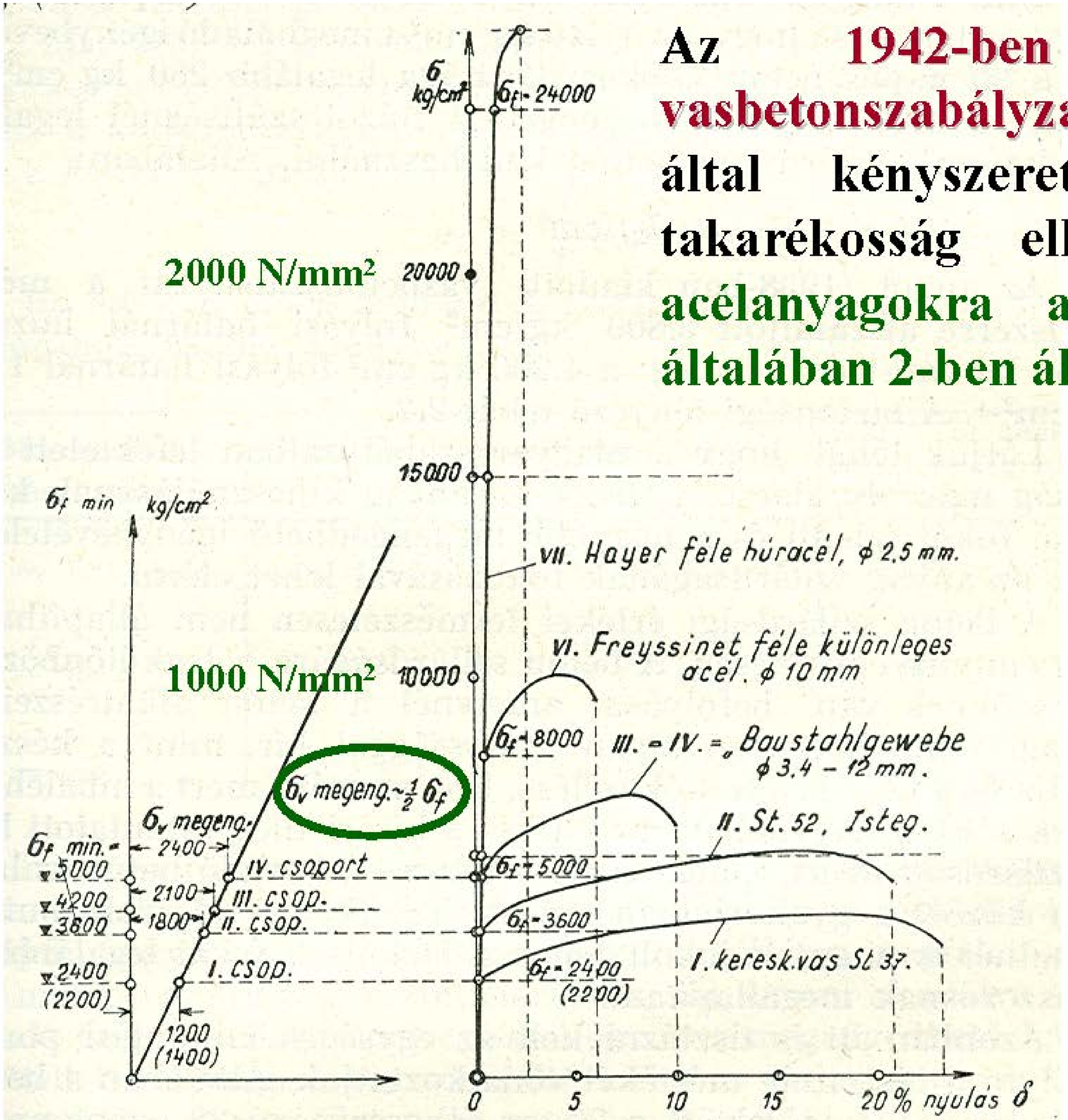
Kászonyi Gábor dr.: Dermesztett teherhordó homokbeton szerkezetek roncsolásmentes szilárdságbecslő vizsgálatai” ÉPKO 2011. Csíksomlyó. Konferencia kiadvány, pp. 219-223.

***Sámsondi Kiss Béla*: Budapest, XII. Dayka Gábor u. 83. (Épült: 1941-1944)**
Forrás: http://365buildings.tumblr.com/post/3880394556/056-daykagabor83

Sámsondi Kiss Béla (Nagykároly, 1899. okt. 16. – Budapest, 1972) építész, 1924-ben szerzett építészmérnöki oklevelet a budapesti Műegyetemen.

1924-től a resicai acélműveknél dolgozott, majd önálló tervező építész Temesvárott, ahol több lakóházat épített. Vékony falú acélprofilokat alkalmazott fa-beton-acél kombinációjú födémekkel. 1937-ben családjával Erdélyből Budapestre költözött és önálló tervező építészként dolgozott 1948-ig. Az állami tervezés egyik megalapozója, az Építéstudományi Intézet (ÉTI) és az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet (ÉaKKI) kutatómérnöke volt 1961-ig.





1. ábra. A vasbetonnál használatos vasanyag 4 csoportja
A feszültség-nyúlás ábrái az 5 különböző vasfajtánál

Az 1942-ben kiadott német vasbetonszabályzat, amelyben a háború által kényszeretett fokozott anyag takarékosság ellenére, a különböző acélanyagokra a biztonsági tényezőt általában 2-ben állapítják meg.

Az ábra szerint a négy különböző acélanyagra a biztonsági tényező így alakul:

$$\nu_I = 2.400/1.400 = 1{,}72$$

$$\nu_{II} = 4.000/2.000 = 2{,}00$$

$$\nu_{III} = 3.400/1.800 = 1{,}78$$

$$\nu_{IV} = 5.000/2.400 = 2{,}08$$

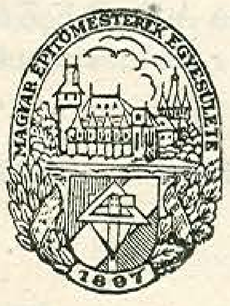
$$\nu = \sigma_{f\,min} / \sigma_{v\,megeng}$$

Forrás a következő dia-képen

A VASBETON

SZERKESZTETTE

DR PALOTÁS LÁSZLÓ



1947

MAGYAR ÉPÍTŐMESTEREK EGYESÜ

EGYES CIKKEK SZERZŐI:

DR CSONKA PÁL
műegyetemi nyilvános rendes tanár

DR PALOTÁS LÁSZLÓ
műegy. magántanár, min. osztálytanácsos

DR MICHAILICH GYŐZŐ
műegyetemi nyilvános rendes tanár

VAJDA PÁL
okl. mérnök

FISCHER JÓZSEFNÉ PÉCSI ESZTER
okl. mérnök

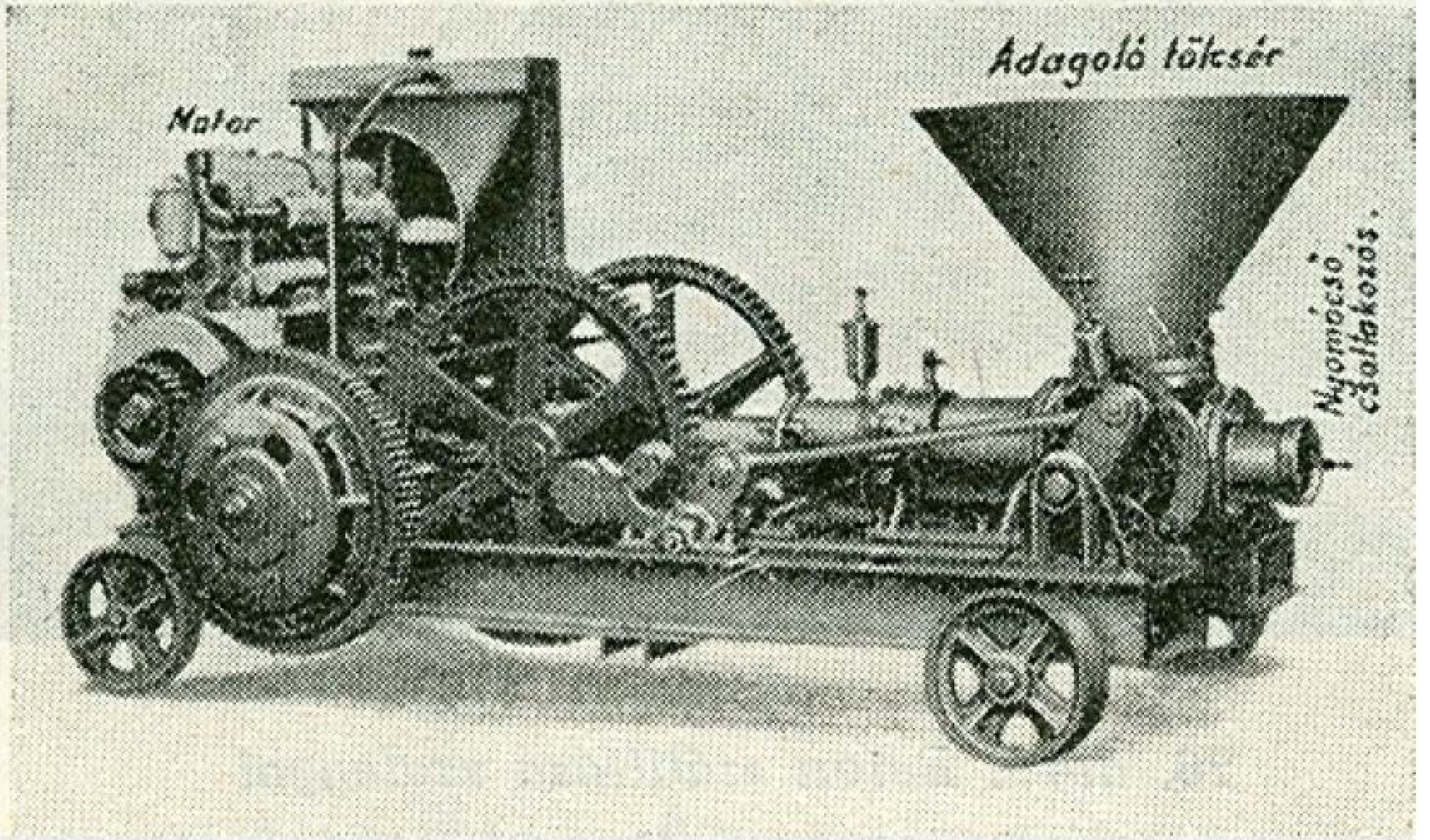
DR SCHWERTNER ANTAL
okl. mérnök, műegy. magántanár

GÁSPÁR GÉZA
okl. mérnök, fővárosi műszaki főtanácsos

RADOS KORNÉL
okl. mérnök, fővárosi műszaki főtanácsos

RAAB REZSŐ
okl. mérnök, építőmester

MOLNÁR SÁNDOR
okl. építész, építőmester



Betonszivattyú, 1947.

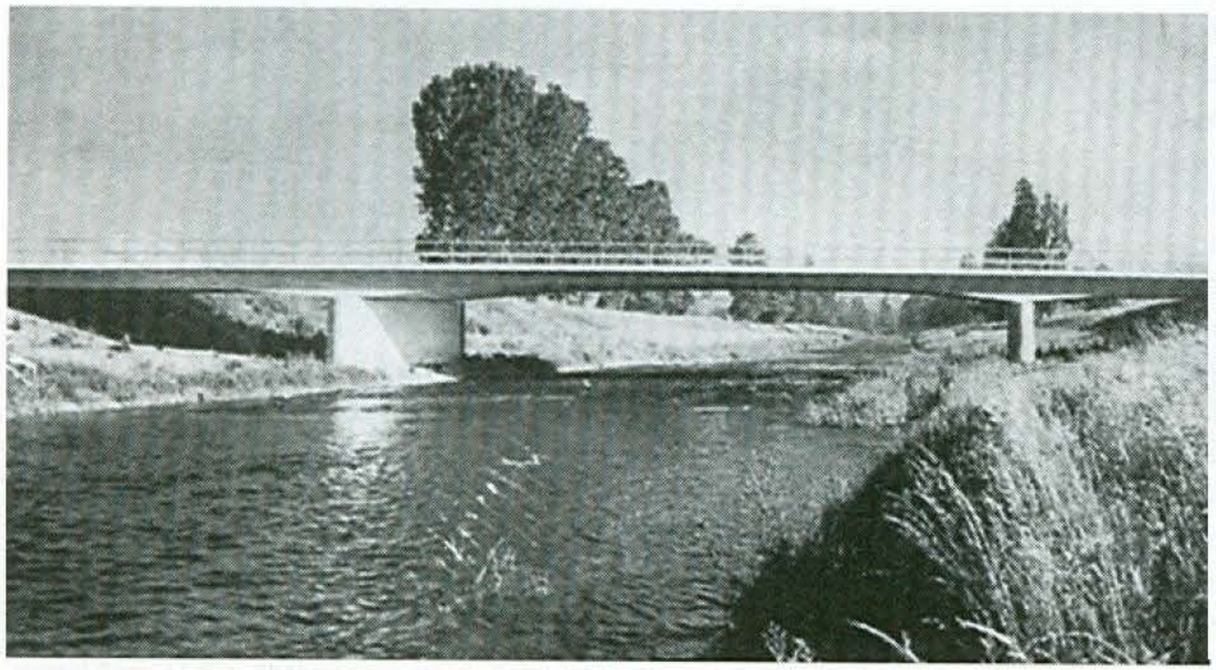


Bild 58. Elzbrücke in Emmendingen, Baden, 1949

Bild 29. Fritz Leonhardt (1909–1999)

F. Leonhardt karcsú (L/d = 30,00/0,64 = 47), 65° ferdeségű, három nyílású, változó magasságú közúti feszített vasbeton lemez hídja, 1949.

1949-ben vezeti be _H. Woermann_ a légbuborékképző adalékszeres betont Németországban

U. Finsterwalder 1950-ben épült, 82,4 m fesztávolságú, kétcsuklós keret rendszerű, feszített vasbeton hídja Ulmban (Dyckerhoff & Widmann AG.)

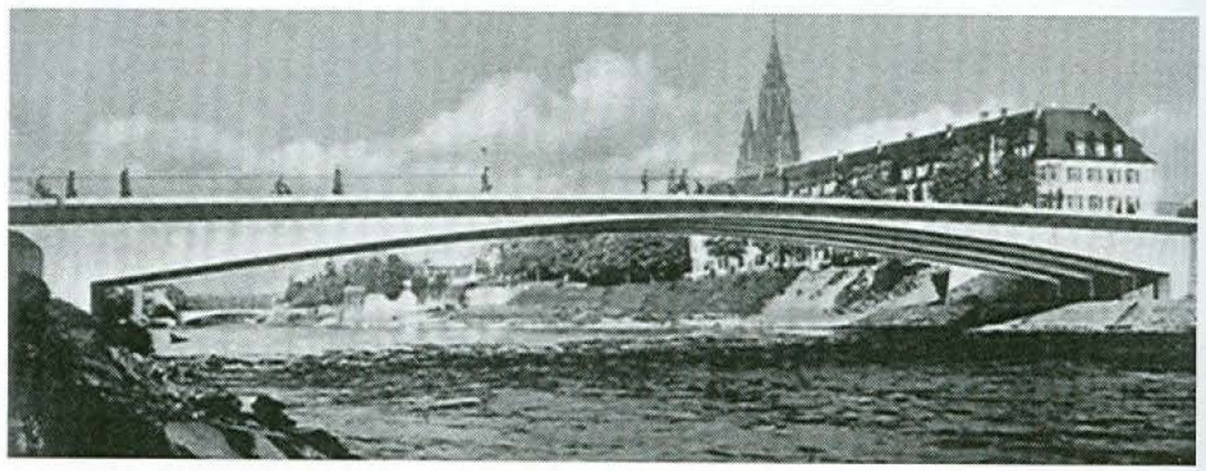
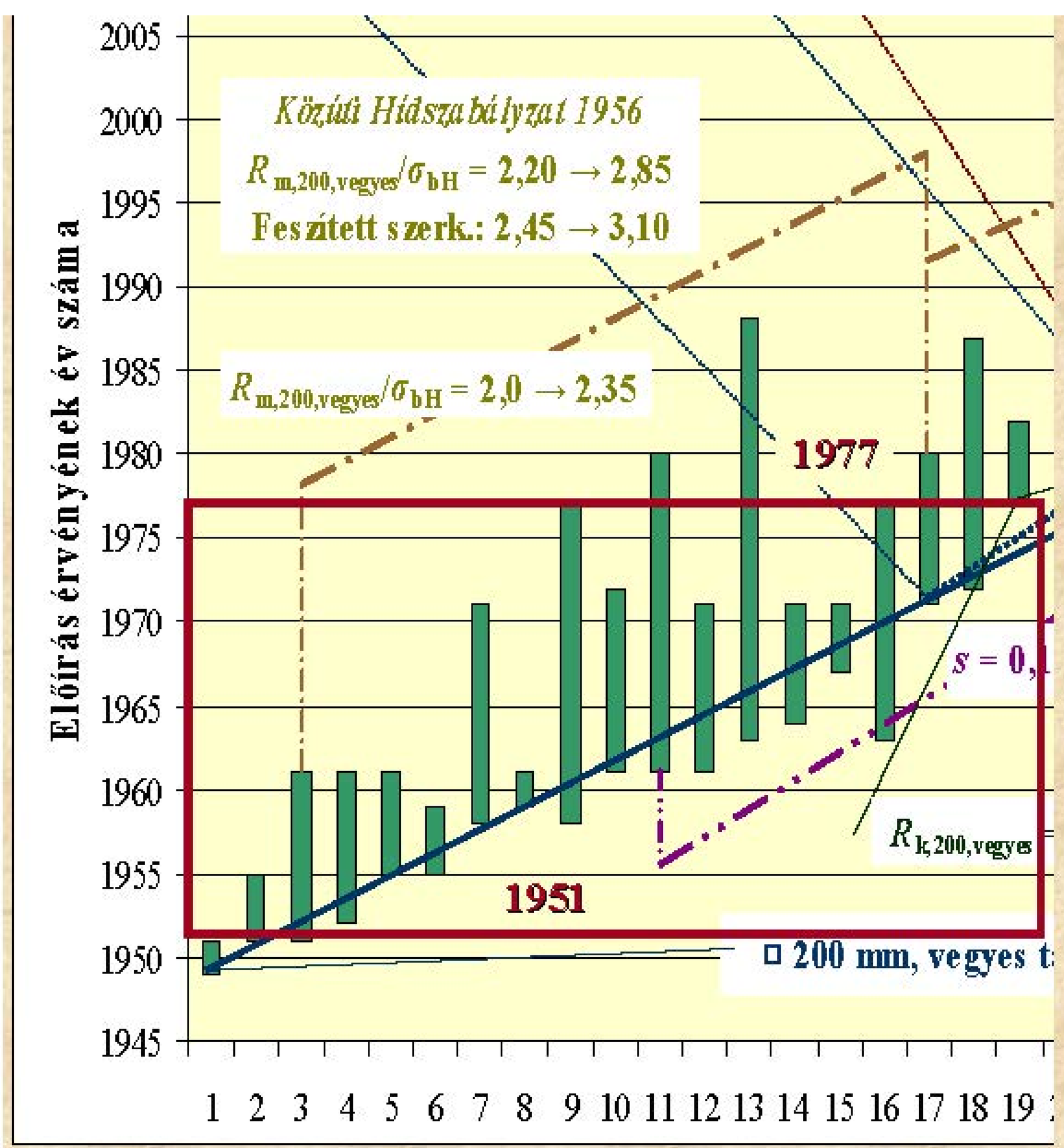


Bild 60. Gänstorbrücke über die Donau in Ulm, 1950

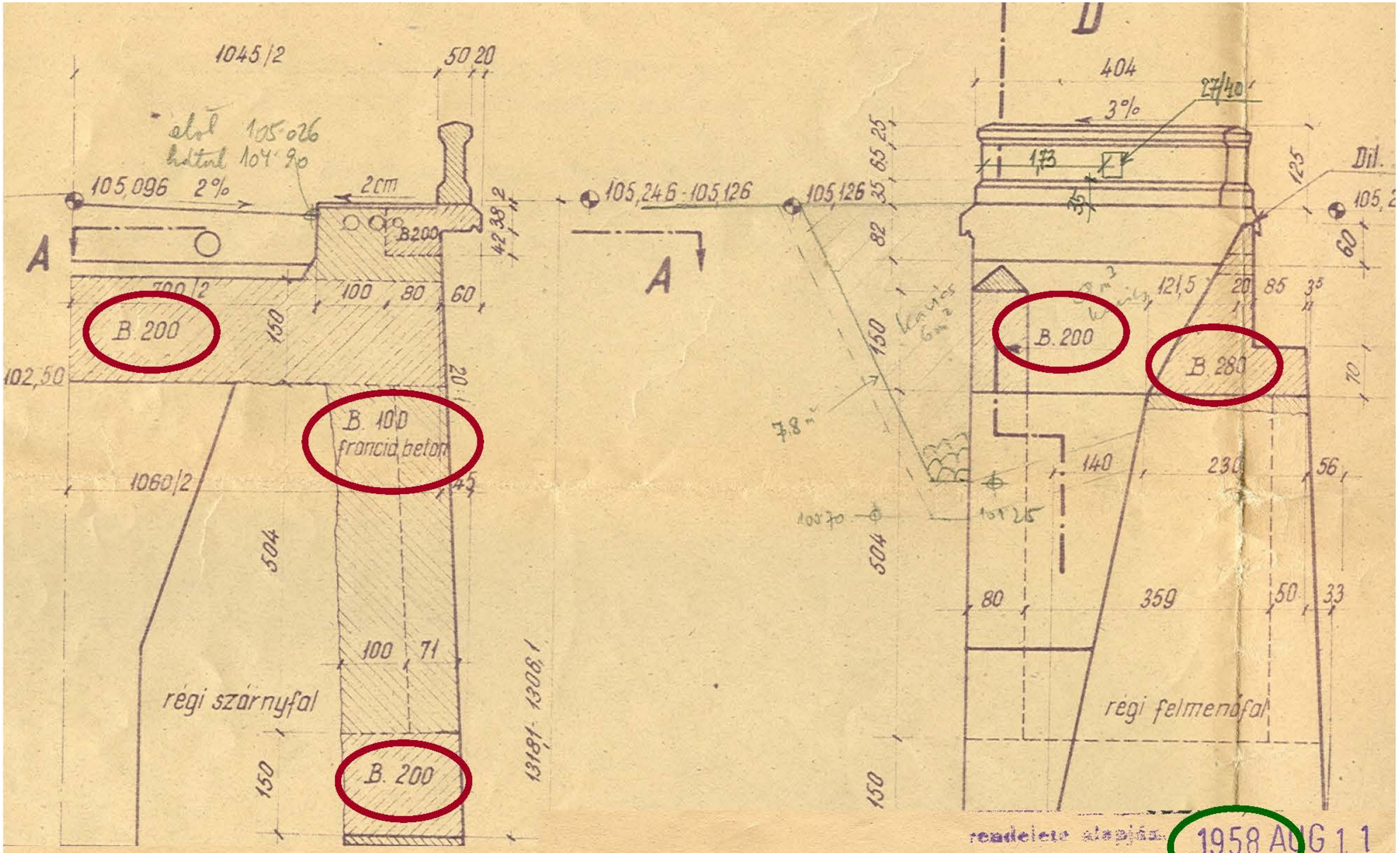
Forrás: Herzog, M. Entwicklung des konstruktiven Betonbaus. Ein Kurzportrait. Beton- und Stahlbetonbau, Spezial. April 2005.



1951-1977

A próbatestek 200 mm méretű kockák voltak, amelyeket vegyesen tároltak. A betont a nyomószilárdság átlag értékével minősítették és jelölték, kp/cm²-ben.

Példa a beton jelére: B 280



rendelete alapján
Budapest, 19 ...

1958 AUG 11

KÖRMENDY LAJOS s. k.
osztályvezető

Sárospataki Bodroghíd.

Nyílás: 26,40+42,00+26,40m

Terhelés: B.

KIVITELI TERV

Kispataki hídfő átalakítási terve. UVATERV

Út - Vasúttervező Vállalat

Tervszám: 12876

1951 és 1971 között a biztonsági tényező értéke, értve alatta a *kockaszilárdság átlag értékének* és a határfeszültségnek a hányadosát:

$$R_{m,200,vegyes}/\sigma_{bH},$$

a kockaszilárdság függvényében változott, például

B 140 betonminőség esetén 2,00;

B 400 betonminőség esetén 2,35 volt.

A biztonsági tényező az 1956. évi Közúti Hídszabályzat szerint

helyszínen készült *vasbeton szerkezetek* esetén, ha a beton minősége

B 200, akkor 2,20 ha B 400, akkor 2,85

helyszínen készült *feszített vasbeton* szerkezetek esetén, ha a beton minősége B 280, akkor 2,45 ha B 560, akkor 3,10 volt.

1971 és 1982 között a biztonsági tényező értéke, értve alatta a *kockaszilárdság átlag értékének* és a határfeszültségnek a hányadosát

$R_{m,200,vegyes}/\sigma_{bH} = 2,0$ **volt.**

Dr. Korányi Imre **egyetemi tanár érdeme volt, hogy – az addig alkalmazott egyetlen biztonsági tényező alapján álló ún.** ***megengedett feszültségek*** **módszerét, azaz az egységes biztonsági tényezős méretezési módot felváltva – az ún.** ***határszilárdságok módszerét,*** **azaz az osztott biztonsági tényezős méretezési módot első ízben az 1951. évi Vasúti Hídszabályzatban, majd ezt követően az 1956. évi Közúti Hídszabályzatban bevezették Magyarországon.**

Ezek a magyar alkalmazások világviszonylatban is úttörő jellegűek voltak.

Forrás: ***Dr. Medved Gábor*****: „Az osztott biztonsági tényezős méretezési képlet továbbfejlesztési javaslata”**
ÉPKO 2003.
Konferencia kiadvány,
Csíksomlyó, 2003.
pp. 209-214.

DK 691.5

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány

OSZTÁLYOZOTT BETONADALÉKANYAGOK
Homokos kavics, természetes kövek aprításából nyert zuzalék és zúzott kő

Osztályozás. Mintavétel. Átvétel

MNOSZ 1992—51

1951

G 17

1992-59

DK 691.52 : 625.84/.85

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány

OSZTÁLYOZOTT ADALÉKANYAGOK BETON- ÉS ASZFALTÚTÉPÍTÉS CÉLJAIRA
Homok, kavics; természetes kövek zuzaléka és zúzottkő

1992-19

MNOSZ 14605—53

1953

G 17

DK 624-2/8

Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium

Ajánlott Szakmai Szabvány

KÖZUTI HIDSZABÁLYZAT

KPM Sz. HI/I—56 R

1956

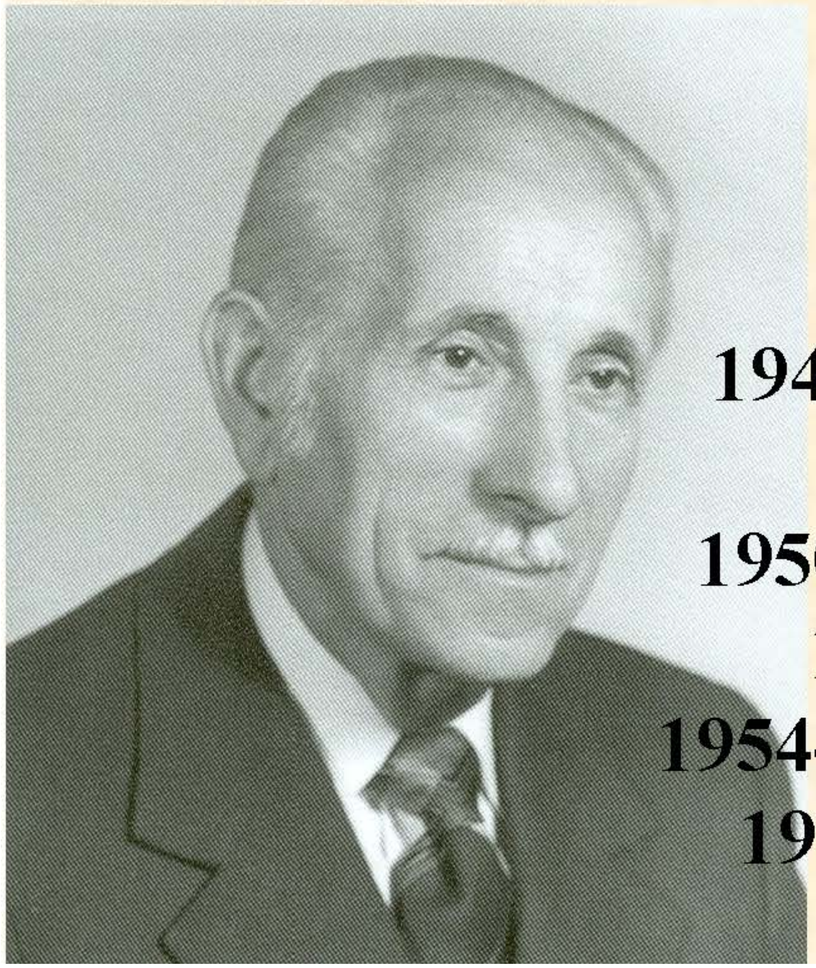
G 82

Dr. Palotás László, egyetemi tanár, az MTA levelező tagja (1991),
az MTA rendes tagja (1992)

Érsekújvár, 1905. január 26. – Budapest, 1993. szeptember 13.

Kitüntetéséi:

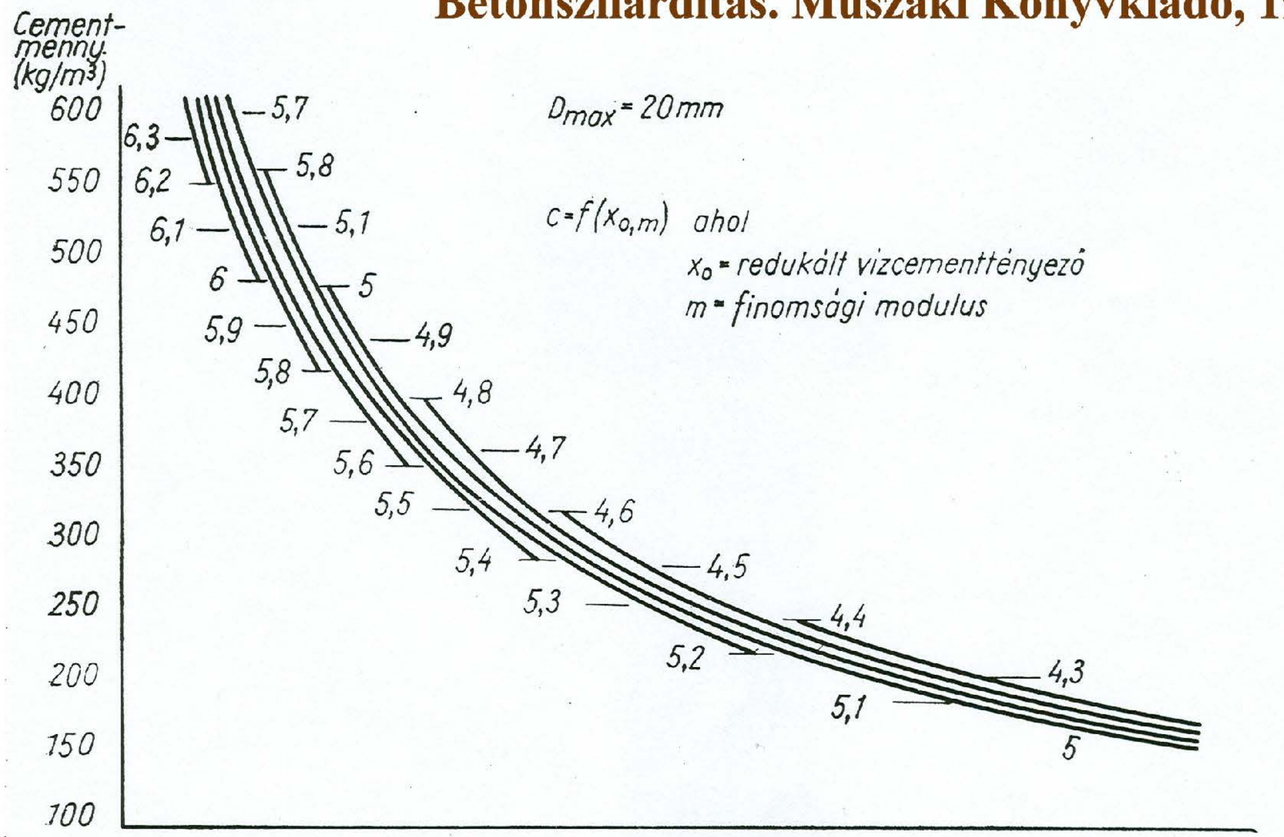
1958. Magyar Népköztársasági Érdemérem ezüst fokozata
1960. Magyar Népköztársasági Érdemrend V. fokozata
1962. Kossuth-díj II. fokozata
1985. Munka Érdemrend arany fokozata
1990. Magyar Köztársaság Zászlórendje Kitüntetés



1929. Tanársegéd, BME II. Hídépítéstani Tanszék
1939. Pozsonyeperjesi híd építésvezetője
1940. Árpád-híd építésvezetője
1948. Nógrád, Pest és Bács megye híd-felügyelője
1945-1948. Budapesti hidak újjáépítésének résztvevője
1949 ÁMTI igazgató, ÉTI igazgatóhelyettes
1950. Földalatti Vasút Vállalat, vezérigazgató-helyettes
1951. Tanszékvezető egy. tanár, Mechanika tanszék
1954-1963. Tanszv. egy. tanár, II. Hídépítéstani Tanszék
1963-1968. Tanszv. egy. tanár, Építőanyagok Tanszék
1968. Tud. tanácsadó, MTA

A betontervezés menetét KAUSAY (1966) fenti képletek felhasználásával nomogramokban dolgozta fel.

PALOTÁS -KILIÁN -BALÁZS:
Betonszilárdítás. Műszaki Könyvkiadó, 1968.



40. ábra. Betontervezési nomogram

ÉPÍTŐANYAGOK

BETON-HABARCS-KERÁMIA-MŰANYAG

FA-KŐ-FÉM-KÖTŐANYAGOK

ÁLTALÁNOS ANYAGISMERET

Betontechnológia és betonismeret
Beton szilárdsága és alakváltozása
Keretszerkezetek elmélete és számítása
Tartórácsokszámítása
Vasbeton szilárdságtan
Építőanyagok vizsgálata

MÉRNÖKI KÉZIKÖNYV

PALOTÁSS: ÉPÍTŐANYAGOK I.

Népstadion (1948-1953)

Befogadóképessége: 78 ezer fő.

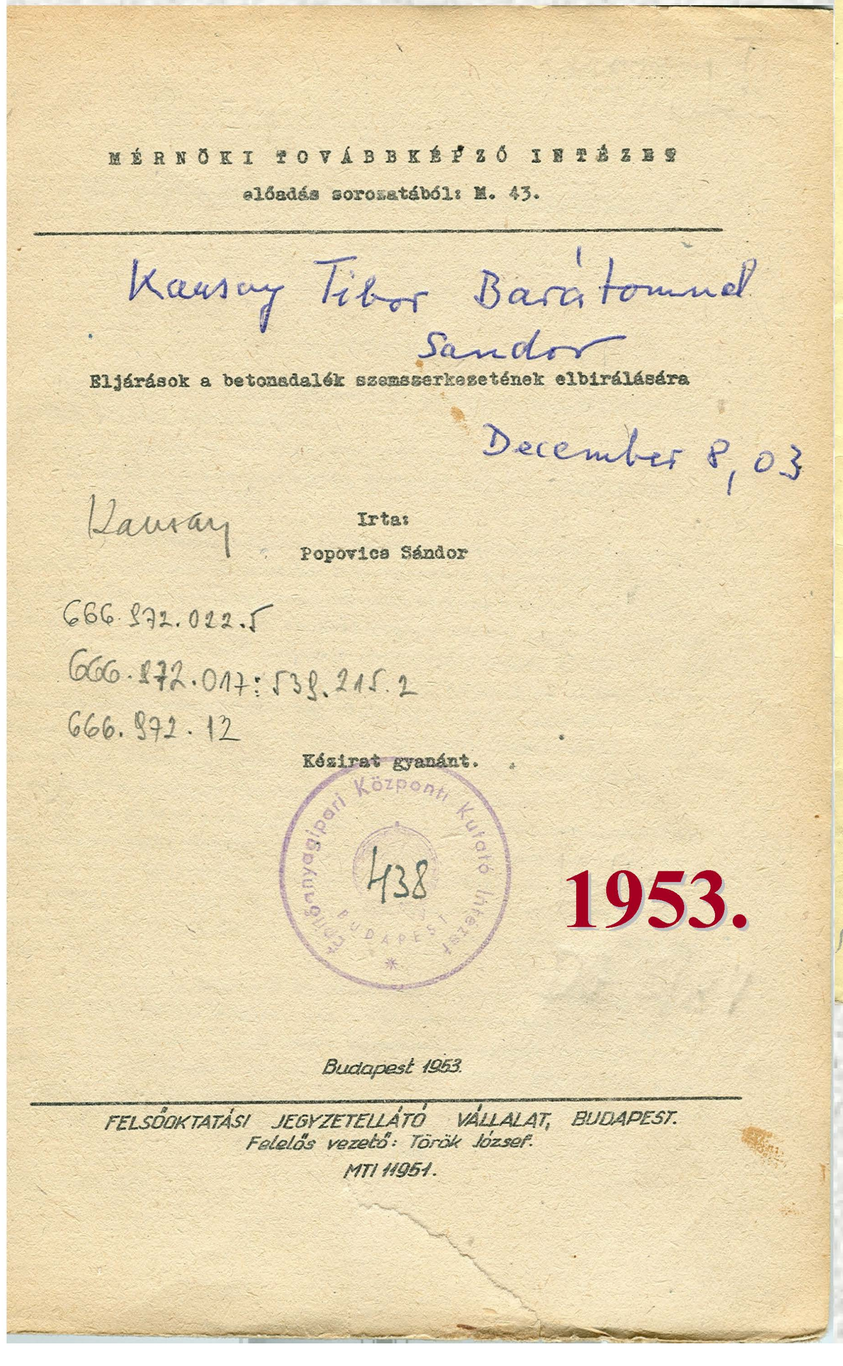
Az építményt 90%-ban előre gyártott elemekből tervezték, építésze *Dávid Károly*, statikusa *Gilyén Jenő* volt.

A helyszínen hét üzemben gyártották előre a vasbeton elemeket, köztük a 20-24 tonnás vasbeton gerendákat. *664 ezer köbméter földet mozgattak meg.*

A munka során *45 ezer köbméter betont*, *2,5 ezer tonna betonvasat* dolgoztak be, *24 ezer tribünelemet* és közel *15 ezer lépcsőelemet* helyeztek el.

Forrás: http://hu.wikipedia.org/wiki/Pusk%C3%A1s_Ferenc_Stadion

Dr. Popovics Sándor (Budapest, 1921 – Landsdowne, USA, 2010), egyetemi tanár (Auburn University, Alabama, 1960-1970; Northern Arizona University, Flagstaff, 1970-1976; Philadelphiai Drexel Egyetem, 1978-1993).



MÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ INTÉZET
előadás sorozatából: M. 43.

Kansay Tibor Barátomnak
Sandor

Eljárások a betonadalék szemszerkezetének elbirálására

December 8, 03

Kansay

Irta:
Popovics Sándor

666.972.022.5
666.972.017:538.215.2
666.972.12

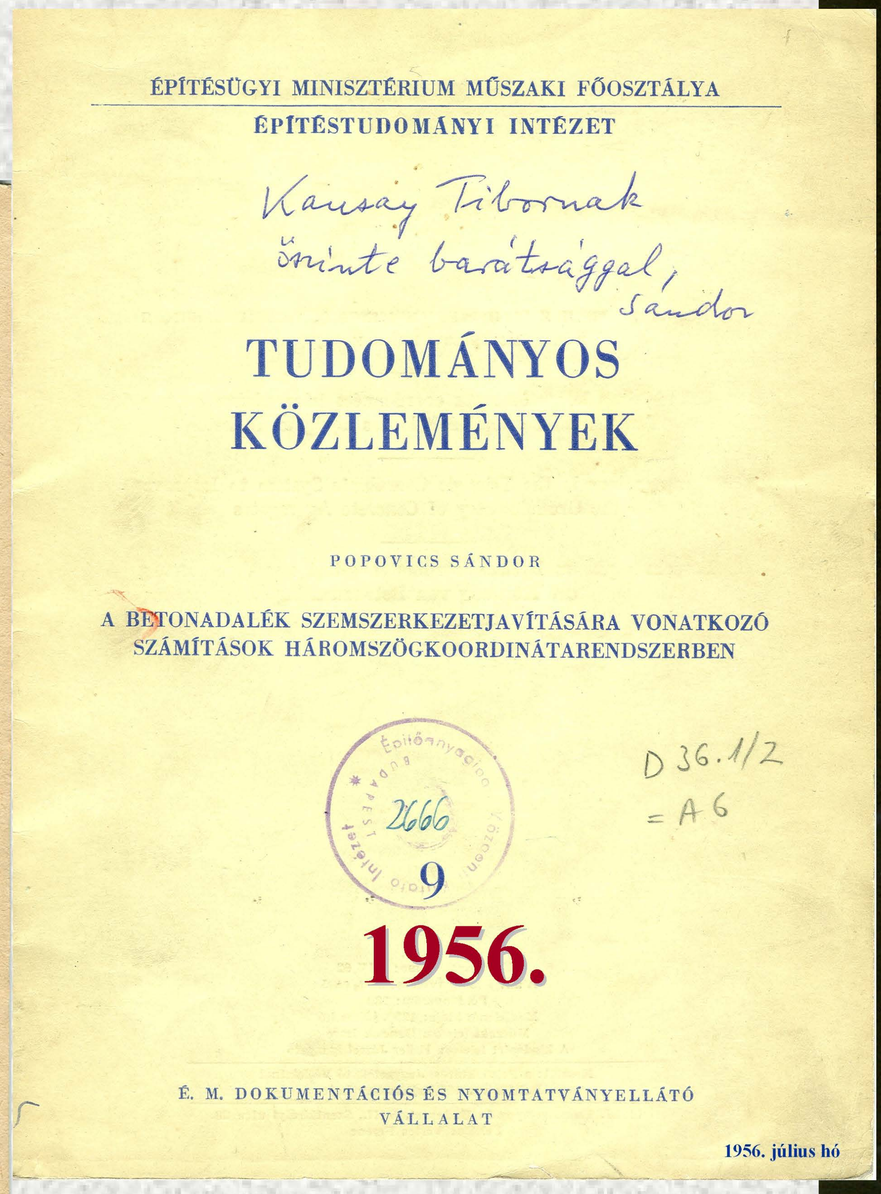
Kézirat gyanánt.

Építőanyagipari Központi Kutató Intézet BUDAPEST 438

1953.

Budapest 1953.

FELSŐOKTATÁSI JEGYZETELLÁTÓ VÁLLALAT, BUDAPEST.
Felelős vezető: Török József.
MTI 11951.



ÉPÍTÉSÜGYI MINISZTÉRIUM MŰSZAKI FŐOSZTÁLYA
ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI INTÉZET

Kansay Tibornak
őszinte barátsággal,
Sándor

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

POPOVICS SÁNDOR

A BETONADALÉK SZEMSZERKEZETJAVÍTÁSÁRA VONATKOZÓ SZÁMÍTÁSOK HÁROMSZÖGKOORDINÁTARENDSZERBEN

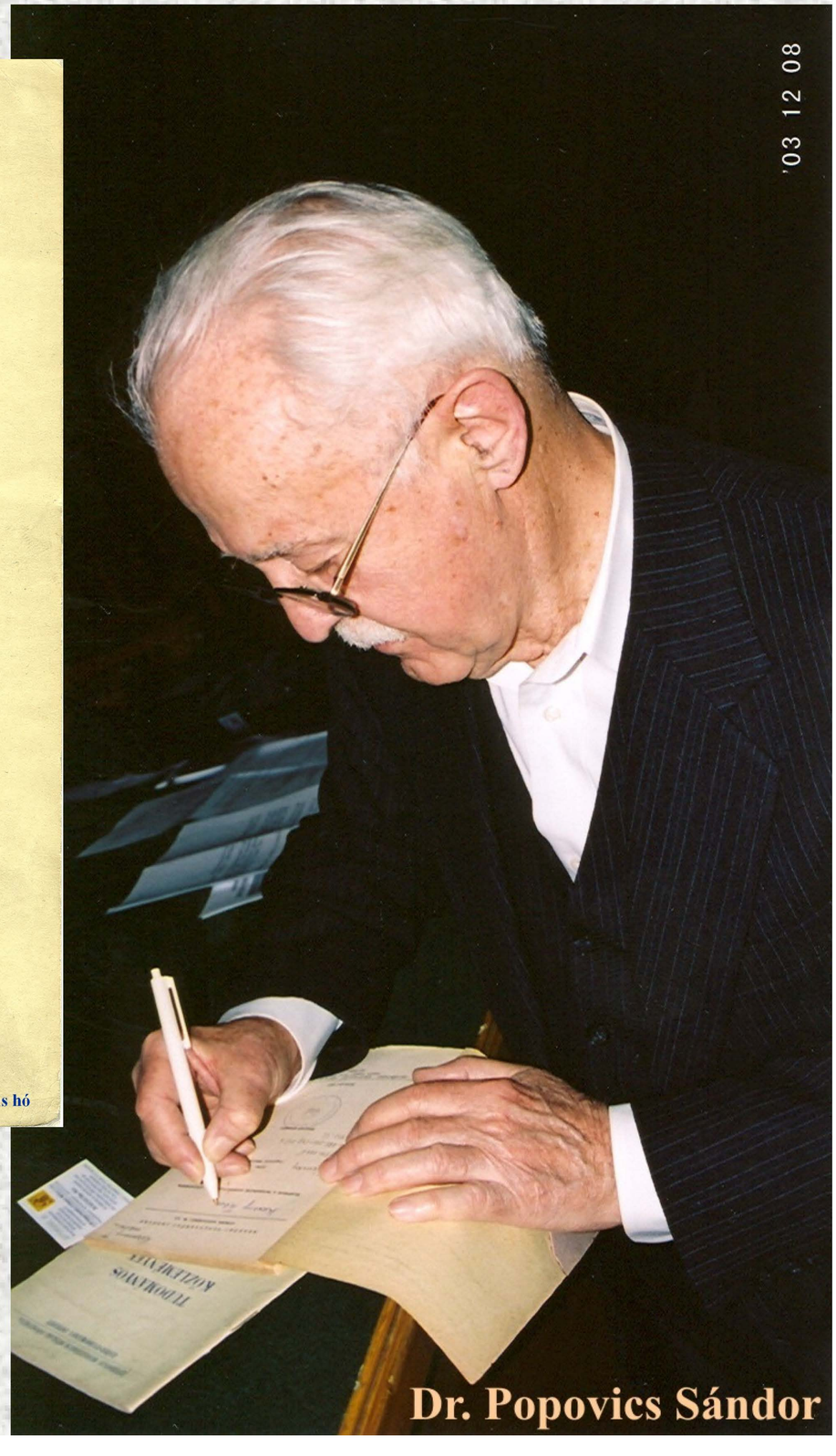
Építőanyagipari Központi Intézet BUDAPEST 2666 9

D 36.1/2
= A 6

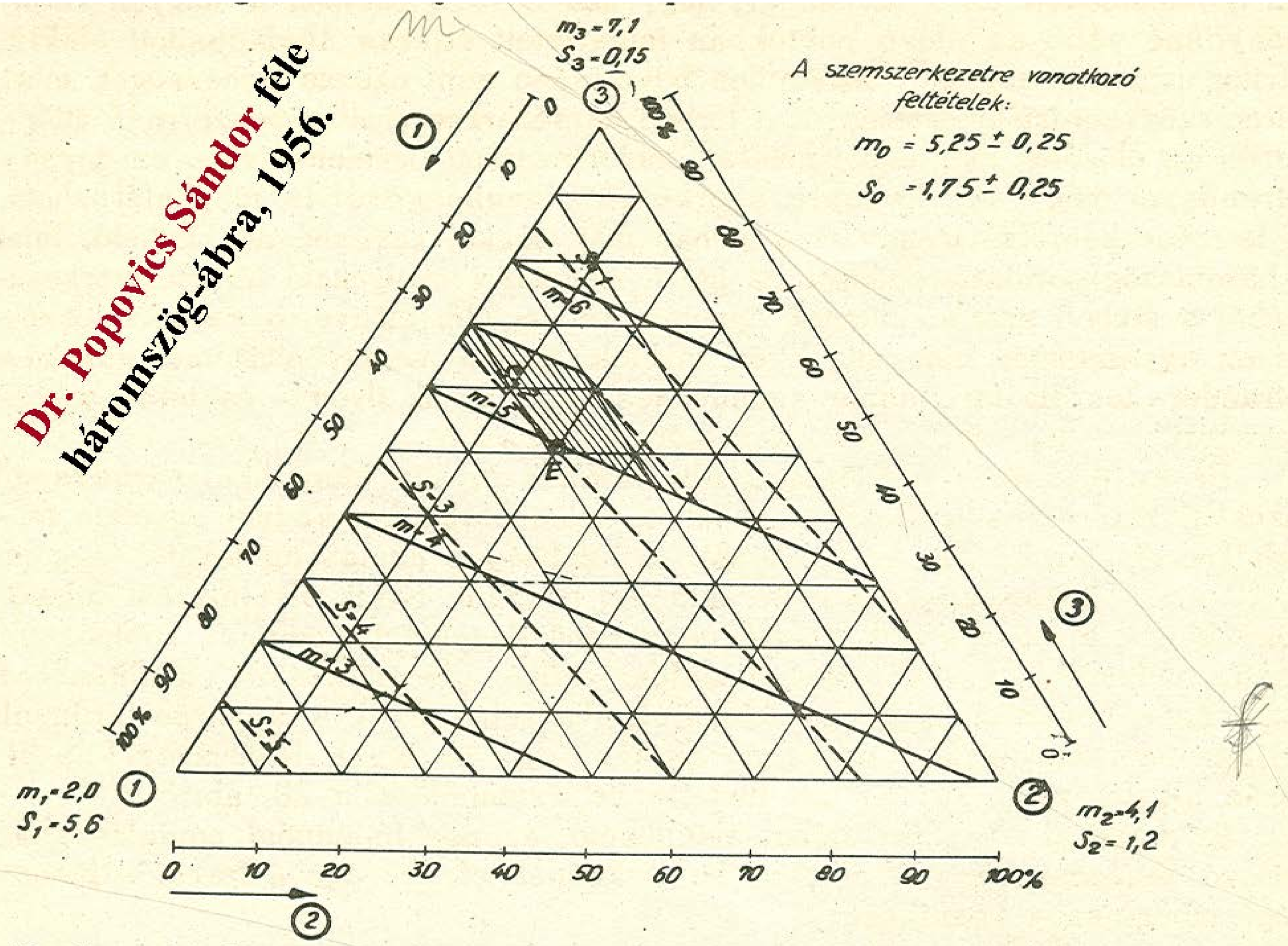
1956.

É. M. DOKUMENTÁCIÓS ÉS NYOMTATVÁNYELLÁTÓ VÁLLALAT

1956. július hó

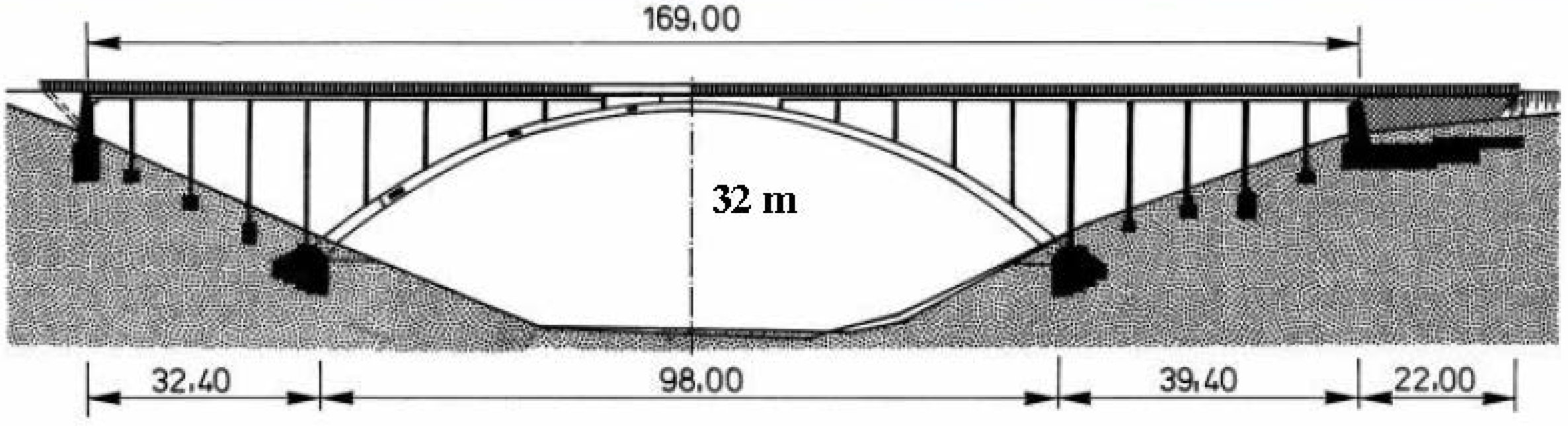


Dr. Popovics Sándor féle háromszög-ábra, 1956.



19. ábra. Eredő szemszerkezetek a finomsági modulus és a fajlagos felület egyidejű megkötésével

Varasdi völgyhíd Mecseknádasd és Pécsvárad között, 98 m nyílású közúti vasbeton völgyhíd, 1954.



Dr. Bölcskei Elemér* (1917–1977)** ***Dr. Menyhárd István **tervezőirodáján, majd az UVATERV-ben dolgozott. A BME II. számú Hídépítéstani Tanszék, majd a Vasbetonszerkezetek Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára (1961).** *Dr. Bölcskei Elemér* **tervezte a Margit híd új vasbeton szerkezetét (1947), az első hazai alumíniumhidat (Szabadszállás, 1951) és az első hazai előfeszített hídszerkezeteket (perei Hernád-híd), valamint a mecseknádasdi, a legnagyobb nyílású magyar ívhidat (1954).**

1959.

bölcskei • csaba • láng miticzky

vasbetonhidak

DR. BÖLCSKEI ELEMÉR

BETON-, VASBETON ÉS FESZÍTETTBETON HIDAK

1968.

Dr. Bölcskei Elemér

Dr. Tassi Géza

Bölcskei
Tassi

1970.

VASBETON SZERKEZETEK

FESZÍTETT TARTÓK

Dr. Orosz Árpád

Bölcskei
Orosz

1971.

VASBETON SZERKEZETEK

FALTARTÓK, LEMEZEK, TÁROLÓK

Bölcskei
Orosz

1973.

VASBETON SZERKEZETEK

HÉJAK

Tübbingek gyártása: 1965-66-ban az UVATERV a BVM-mel közösen szovjet tervek alapján tervezte meg a mai budapesti (2. sz. K-Ny-i) metró alagútfalazatát. Ez egy egyhéjú, előregyárott vasbeton falazat, melyben tübbingekből egy 5,1 m átmérőjű, 20 cm vastag csuklós rúdlánc készül. A falazattal szemben alapvető követelmény a megfelelő teherbírás, a tartósság, a repedésmentesség és a vízzáróság. Ezen követelmények csak igen magas fokú méretpontossággal érhetőek el. A tübbing-elemeket a BVM gyártotta precíziós elemgyártási technológiával. A sablonokat merev oldalfalakkal gyártották, az elemek kiszerelését azok kónuszos kialakítása tette lehetővé. A homloklapok gyártási helyzetben alul 0,8 mm-rel szélesebbek voltak, mint felül. Az elemek belső, 2191 mm-es húrhosszán sikerült a megengedett mérettűrést ±2 mm-re leszorítani, a hengeres csuklók sugarának pontossága ±0,5 mm volt. Az elemeket betonozás után hőérlelték. Mivel beépítés után a tübbingek mögötti teret injektálni kellett a talaj és az alagútgyűrű megfelelő együttdolgozásához, minden tübbing elemen készült egy injektáló lyuk. Ez a nyílás megfogási helyet is biztosított a sablonból való kiszakításhoz.

A hazai tapasztalatokat később külföldön is kamatoztatták: prágai metró, kalkuttai metró, belgrádi Vračav nagyvasúti alagút. A belgrádi alkalmazásnál elnyerték az EUROPREFAB 1978. évi Arany díját.

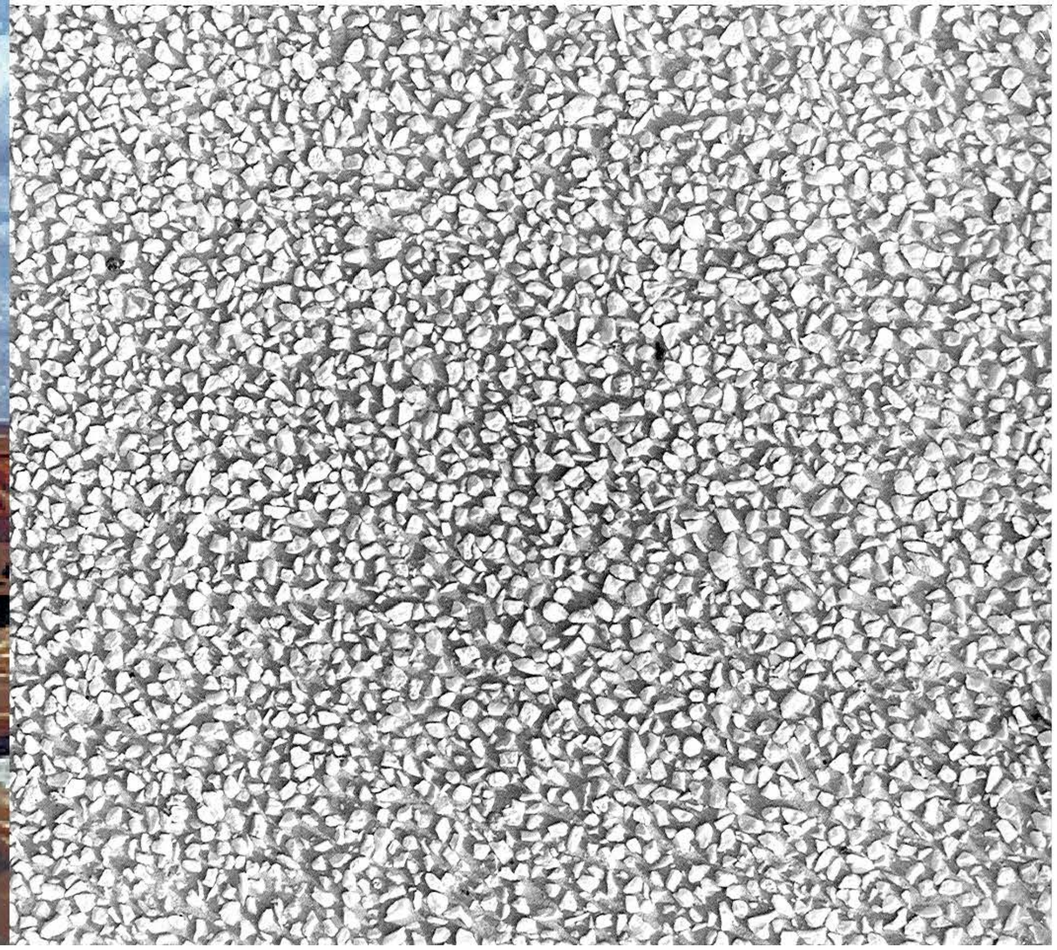
Ezzel a technológiával készült Szegeden 2 m átmérőjű sajtolt szennyvízcsatorna.

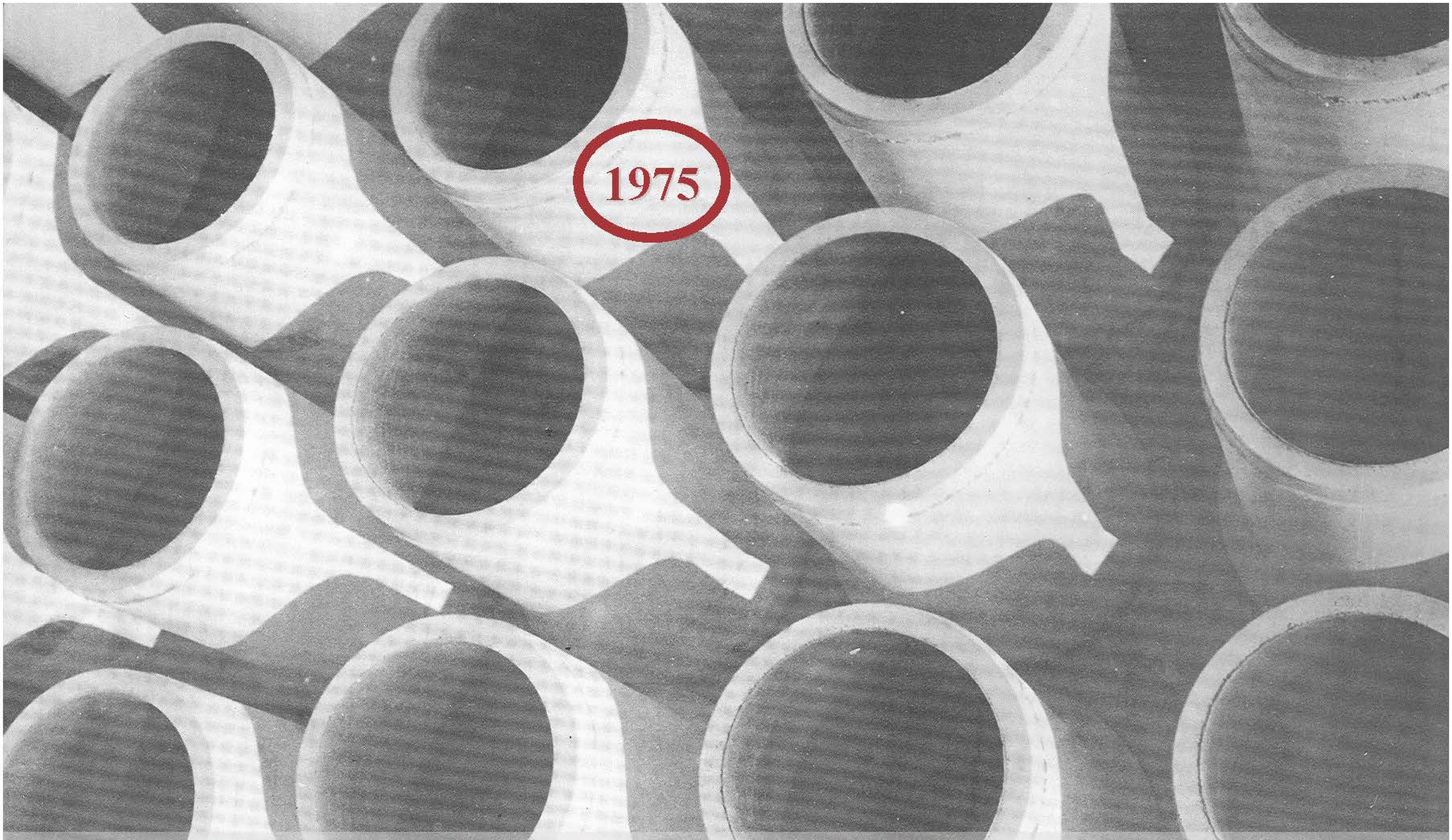
Forrás: *Tápai Antal*:

http://www.szt.bme.hu/index.php/hu/tartoszerkezet-tervezok/130-tapai-antal

Ezek után nagy kudarc, hogy a budapesti 4. sz. metró alagútfalazati elemeit importálják.

Lakóház épült előregyártott vasbeton panelekből, leányvári fehér mészkő zúzalékkal szórt felülettel, Budapesten, a III. Szentendrei út elején, 1969-ben. A 43. sz. Állami Építőipari Vállalat 1. sz. Házgyárának terméke.





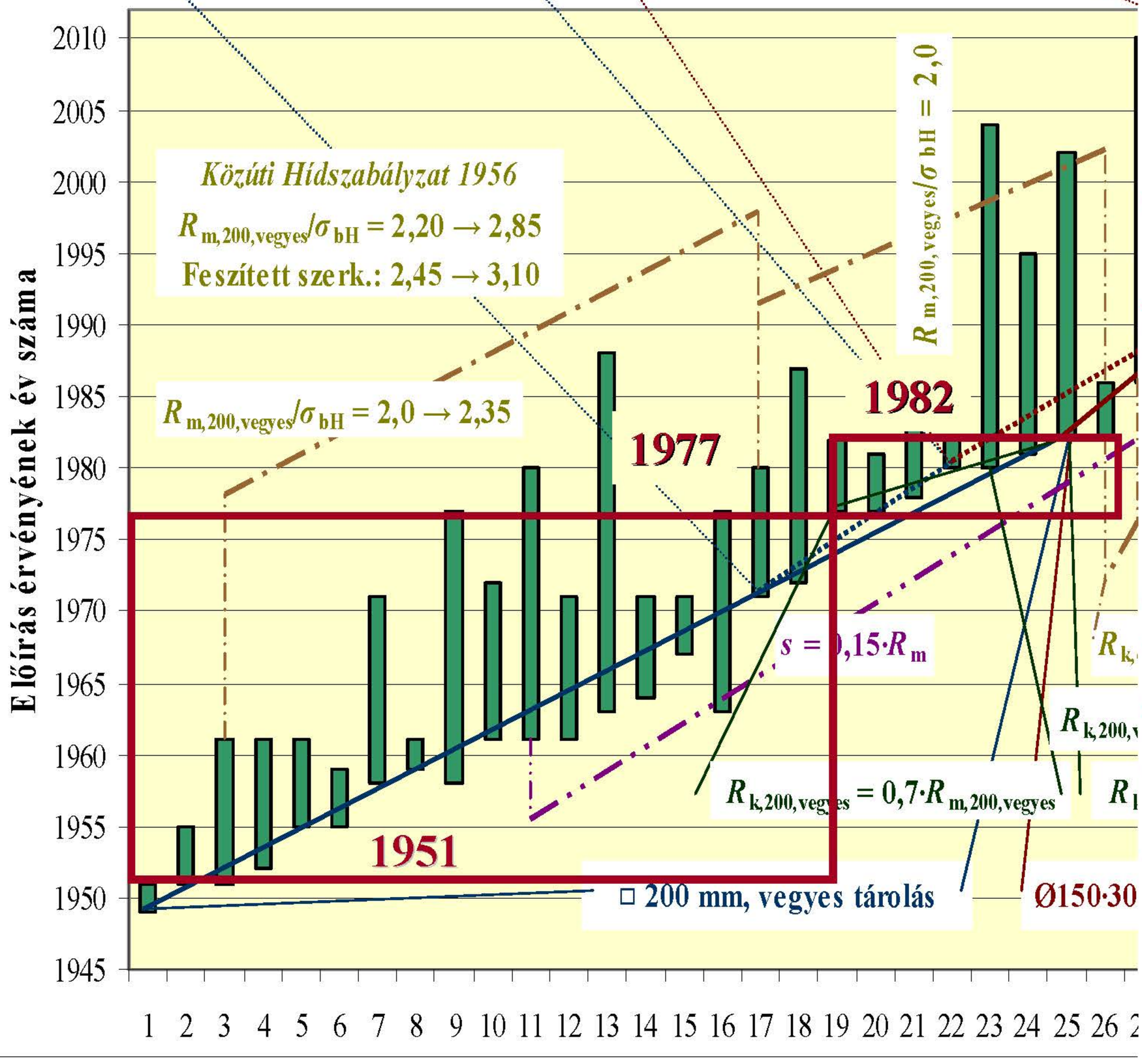
Acélszál-erősítésű, nagyátmérőjű, gravitációs SIOME betoncsövek. Gyártotta a Mélyépítő Vállalat. A tokot vibrálással, a palástot centrifugálással és körhengerléssel tömörítették. A csövek hossza 2400 mm, belső átmérője 1000, 1250 és 1500 mm, falvastagsága ugyan ebben a sorrendben 118, 148 és 175 mm volt.

Szabó Iván: Acélhajbeton. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, **1976.**

1978

Miskolci D4D héteres hídépítési pászmákkal feszített,
27 cm és 37 cm magas, 8 - 12 m fesztávú

Span-Deck födémelemek gyártása a Beton- és Vasbetonipari Művek (BVM) Szolnoki Gyárában



1977-1982

A próbatestek 200 mm méretű kockák voltak, amelyeket vegyesen tároltak. A betont már a nyomószilárdság jellemző értékével minősítették, de a beton jelében még a nyomószilárdság átlag értéke szerepelt: kp/cm^2

Példa a beton jelére: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %, az alulmaradási hányad: 2,28 %

Az alulmaradási tényező értéke 1977-1980 között: 2,0 és 1980-1982 között: ha $t > 40$, akkor 1,645

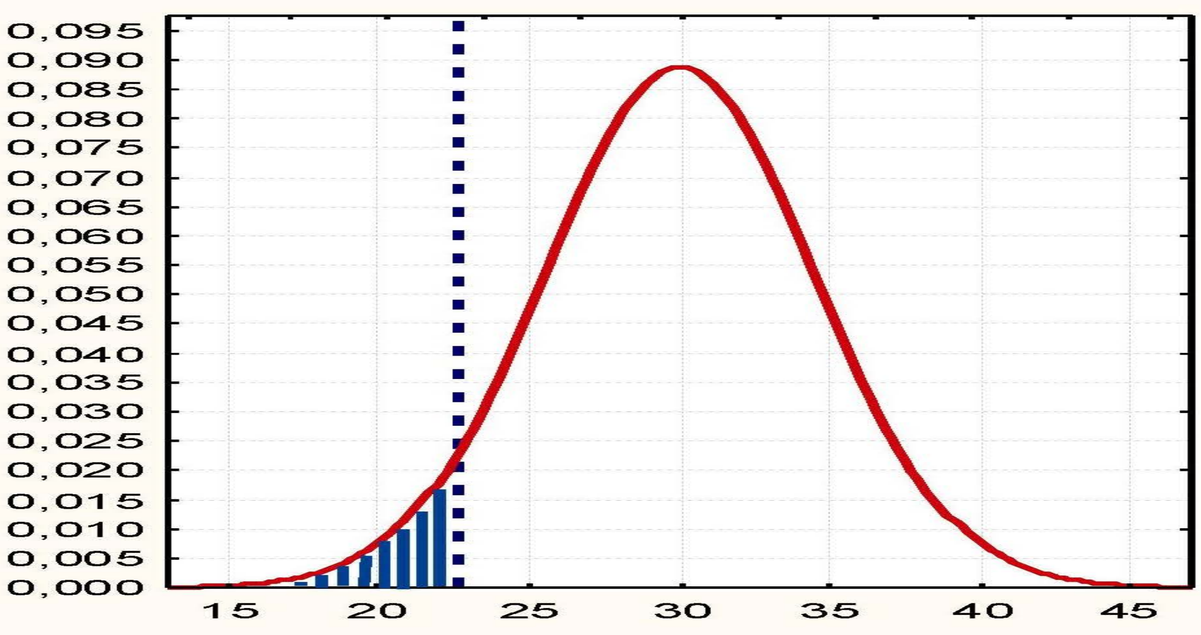
1982-2002

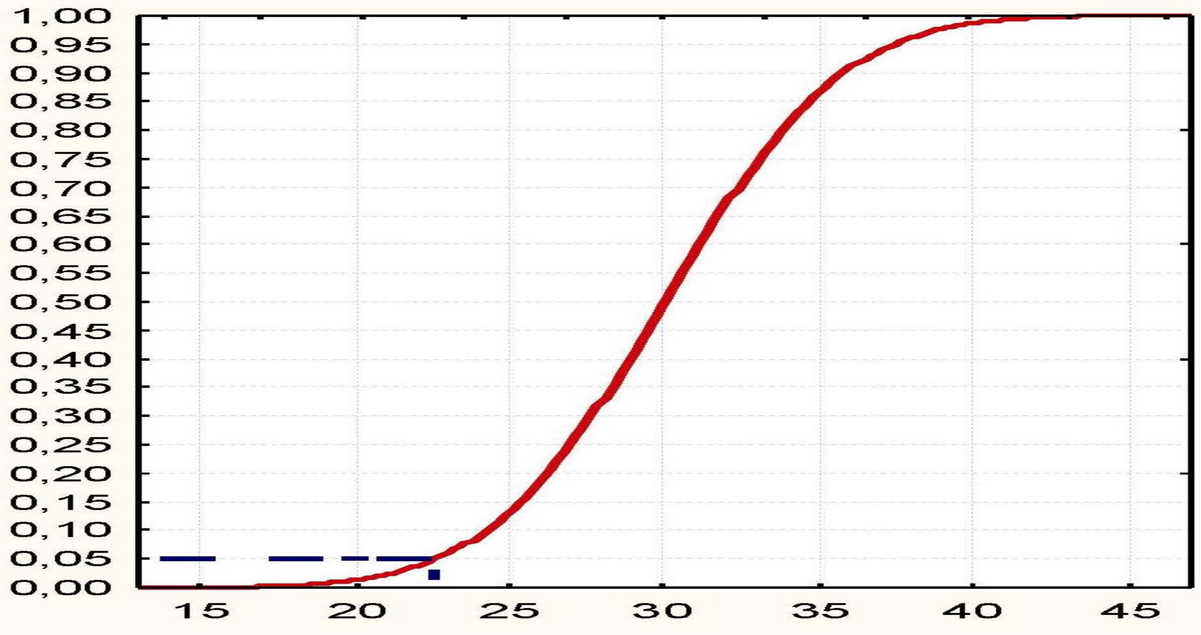
A próbatestek Ø150·300 mm méretű hengerek és 150 mm méretű kockák voltak, amelyeket vegyesen tároltak. A beton nyomószilárdságát a vegyesen tárolt Ø150·300 mm méretű hengerek nyomószilárdságának jellemző értékével minősítették és jelölték, N/mm²-ben.

Példa a beton jelére: C 25

A beton jellemző értékét az $R_{k,vegyes} = R_{m,vegyes} - k \cdot t \cdot s$ összefüggéssel határozták meg.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %, az alulmaradási hányad: 5,0 %, az alulmaradási tényező értéke: ha $t_{>40}$, akkor 1,645





1982 és 1986 között a biztonsági tényező értéke, értve alatta a hengerszilárdság küszöbértékének (jellemző érték) és a határfeszültségnek a hányadosát:

$$R_{k,cyl,vegyes}/\sigma_{bH}$$

***a nyomószilárdsági osztály* (azaz a hengerszilárdság küszöbértékének) *függvényében változott*, például**

C 20 nyomószilárdsági osztály esetén 1,25

C 55 nyomószilárdsági osztály esetén 1,45 volt.

1986 és 2010 között a biztonsági tényező értéke, értve alatta a hengerszilárdság küszöbértékének (jellemző érték) és a határfeszültségnek a hányadosát:

$$R_{k,cyl,vegyes}/\sigma_{bH}$$

a nyomószilárdsági osztály (azaz a hengerszilárdság küszöbértékének) függvényében változott, például

C 25/30 nyomószilárdsági osztály esetén 1,38

C 50/60 nyomószilárdsági osztály esetén 1,58 volt.

MAGYAR SZABVÁNYÜGYI HIVATAL
SZABVÁNYOSÍTÁSI SZAKKÖNYVTÁR

26. szám

A BETON MINŐSÉGELLENŐRZÉSE

Szerkesztette

(és az idézett 9. fejezetet írta)

***Dr. Szalai Kálmán* egy. tanár**

SZABVÁNYKIADÓ, BUDAPEST 1982

értékű tényezővel határozták meg. A beton megengedett feszültsége

$$\sigma_e = \frac{R_m}{n} \tag{9.1}$$

módon került megállapításra.

b) Az osztott biztonsági tényezős rendszer

A beton nyomószilárdságának számítási értékét az osztott biztonsági tényezős méretezési eljárást alkalmazó ún. határállapotokra történő vizsgálatoknál a betonnal kapcsolatos bizonytalanságok ellensúlyozására szolgáló $k = 2{,}0$ értékű tényezőt alkalmaztuk. A határszilárdságot ekkor vasbeton szerkezet esetén

$$\sigma_{bH} \leq \left\{ \begin{array}{l} 1{,}15\left(R_m - 3\,s\,\dfrac{\sqrt{n}}{n-1}\right)\dfrac{1}{2} \\ R_m \cdot \dfrac{1}{2} \end{array} \right\} \tag{9.2}$$

módon kellett megállapítani.

ahol

R_m — a kockaszilárdság átlagos értéke
s — a kockaszilárdságok szórása
n — a kockapróbák száma.

Betonszerkezet esetén $0{,}7\,\sigma_{bH}$ értékkel kellett számolni.

— a beton nyomószilárdságának számítási értékét az osztott biztonsági tényezős módszert alkalmazó ún. félvalószínűségi eljárásnál a bevezetett $R_{k,\,nom}$ minősítési (vagy R_k jellemző) értékből kiindulva adják meg.

Az MSZ 15022/1—71 szerint a beton nyomó határszilárdságot 200 mm élhosszúságú kockát alapul véve és a 2,28%-os valószínűséghez tartozó ($R_k^{(2,28)}$) értékből kiindulva

$$\sigma_{bH} = \frac{R_k^{(2,28)}}{1{,}4} = \frac{0{,}9R_k^{(2,28)}}{1{,}25} \tag{9.3}$$

módon kellett megállapítani vasbetonszerkezetek esetén.

Betonszerkezet esetén $0{,}7 \cdot \sigma_{bH}$ értékkel kell számolni.

A nemzetközi megállapodások (MSZ KGST 1406—78) értelmében ez az előírás újabban módosult és az MSZ 15022/1—M (1980) előírásai szerint a számítási értéket az 5%-os valószínűséghez tartozó ($R_k^{(5)}$

Elfogadási valószínűség: 50 %,
alulmaradási hányad: 2,28 %,
alulmaradási tényező: 2,0

Elfogadási valószínűség: 50 %,
alulmaradási hányad: 5,0 %,
$t_{>40}$ alulmaradási tényező: 1,645

Elfogadási valószínűs
alulmaradási hányad
$\lambda_{\geq 15}$ alulmaradási tén

Előírás érvényének kezdő év száma

2010
2005
2000
1995
1990
1985
1980
1975
1970
1965
1960
1955
1950
1945

Közúti Hídszabályzat 1956
$R_{m,200,vegyes}/\sigma_{bH} = 2{,}20 \rightarrow 2{,}85$
Feszített szerk.: 2,45 → 3,10

$R_{m,200,vegyes}/\sigma_{bH} = 2{,}0 \rightarrow 2{,}35$

$R_{m,200,vegyes}/\sigma_{bH} = 2{,}0$

2002

1982

1977

1951

$R_{k,cyl,vegyes}/\sigma_{bH} =$
$= 1{,}38 \rightarrow 1{,}58$

$s = 0{,}15 \cdot R_m$

$R_{k,cyl,vegyes}/\sigma_{bH} = 1{,}25 \rightarrow 1{,}4$

$R_{k,200,vegyes} = 0{,}75 \cdot R_{m,200,vegyes}$

$R_{k,200,vegyes} = 0{,}7 \cdot R_{m,200,vegyes}$

$R_{k,vegyes} = R_{m,vegyes} - k \cdot t \cdot s$

□ 200 mm, vegyes tárolás

Ø150·300 mm és □ 150 mm, vegy

Előírásol

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34

Tárgy: M3 AUTÓPÁLYA GYÖNGYÖS–FÜZESABONY (76,10–114,35 km.sz.) KÖZÖTTI SZAKASZ ÉPÍTÉSI TERVE

Kelt: 1997.07.01.

Rajz

Tervezési szakasz: I. M3 autópálya

Szakterv: HÍDÉPÍTÉS H6 sz. aluljáró földút alatt

ANYAGMINŐSÉGEK

Betonok

Fúrt cölöpök : hídfőnél	C 20 - 32/KK
pillérnél	C 16 - 32/KK
Szerelőbeton	C 4 - 32/FN
Rézsűburkolat alap	C 10 - 32/FN
Betonlap burkolat	C 16 - 24/KK, vz 2
Előregyártott lépcső	C 16 - 16/KK, f 50, vz 4
Padkaburkolat a híd végénél	C 16 - 16/KK, f 50, vz 4
Kiegyenlítő lemez	C 16 - 32/KK
Cölöpöket összefogó gerenda	C 16 - 32/KK
pilléroszlop	C 20 - 24/KK, f 50, vz 4
Fejgerenda, (hídfő, pillér), szárnyfal	C 20 - 24/KK, vz 4
Palyalemez, keresztartók	C 25 - 16/KK, f 50, vz 2
Szegély	C 25 - 16/KK, f 50, vz 4
Előregyártott feszített tartó	C 35 - 16/KK, f 50, vz 2

Santiago Calatrava (született:1951. július 28.):
Monteolivete híd, Valencia, Spanyolország (1996)
A futurista vasbetonhíd az öreg folyómeder és üzemcsatorna felett vezet az új művészeti és tudományos központba

Forrás: http://www.karl-gotsch.de/Album/Spanien.htm

S. Calatrava: Monteolivete híd, Valencia, Spanyolország (1996)

MAGYAR ÉPÍTŐANYAGIPARI SZÖVETSÉG

MŰSZAKI ELŐÍRÁS

BETON ÉS VASBETON KÉSZÍTÉSE

Hivatkozás: MÉASZ ME-04.19:1995

Dr. Ujhelyi János
műsz. tud. doktora
1995.

1. fejezet

A Műszaki Előírás hatálya

2. fejezet

Fogalommeghatározások

3. fejezet

A beton alapanyagai

Budapest, 1995.

1996-ban a francia Bouygues építési vállalkozás bejelentette, hogy 200-800 N/mm² nyomószilárdságú betont készített (Anonym: Going strong. A new ultra high strength concrete. Civil Emgineer International. April, 1996. S. 27)

A beton húzószilárdsága 30-80 N/mm², szívós, tömör szerkezetű, nagy tartósságú. Víz-cement tényezője 0,3, szuper folyósítószerrel, szilikaporral, 0,2 mm átmérőjű, 13 mm hosszú acélszálakkal készült.

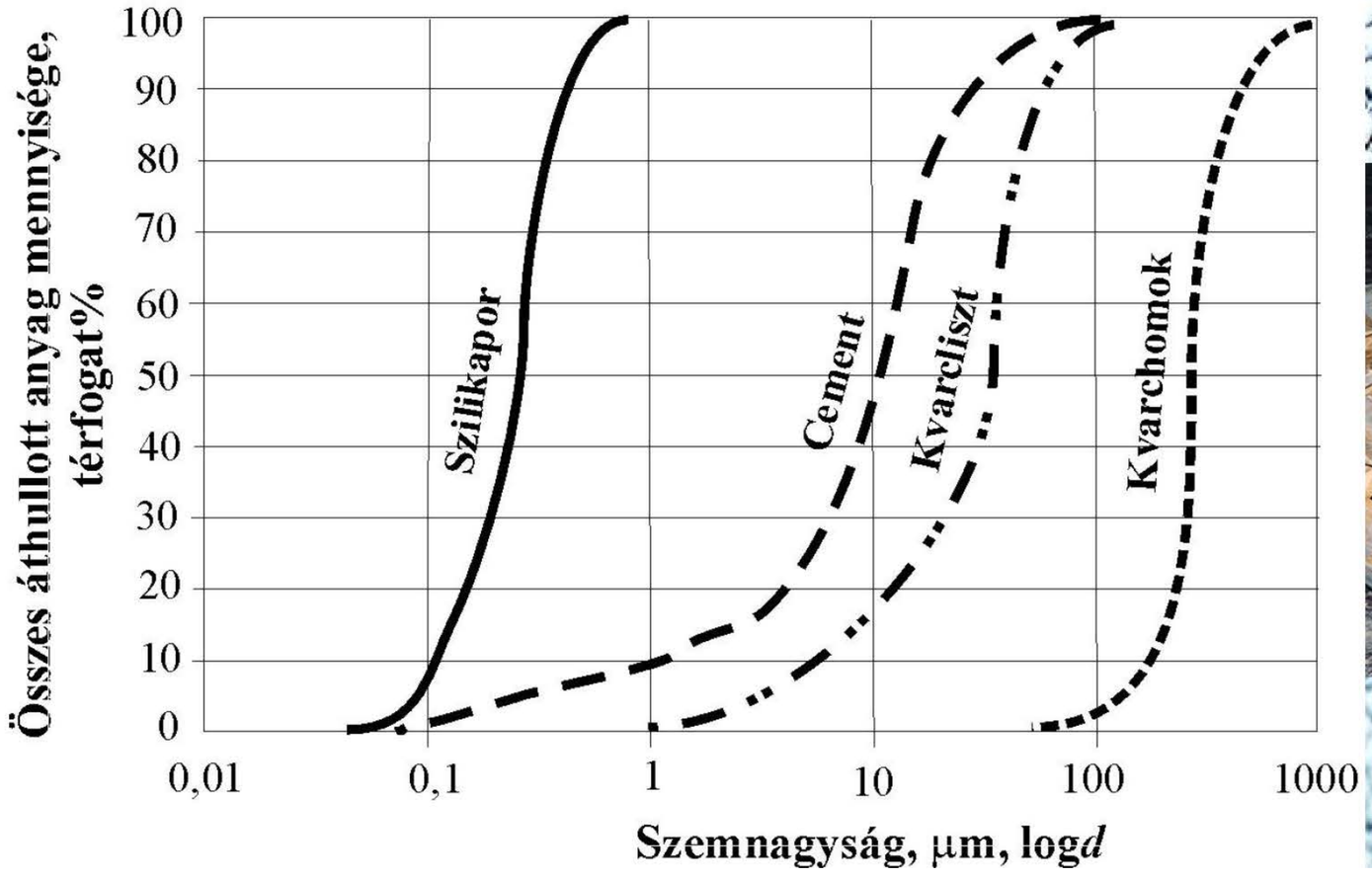
Az ausztriai Völkermarktban, a Mühlgraben (Malomárok) felett, részben szálerősítésű ultra nagy szilárdságú betonból épült közúti híd
Forrás: http://www.arching.at

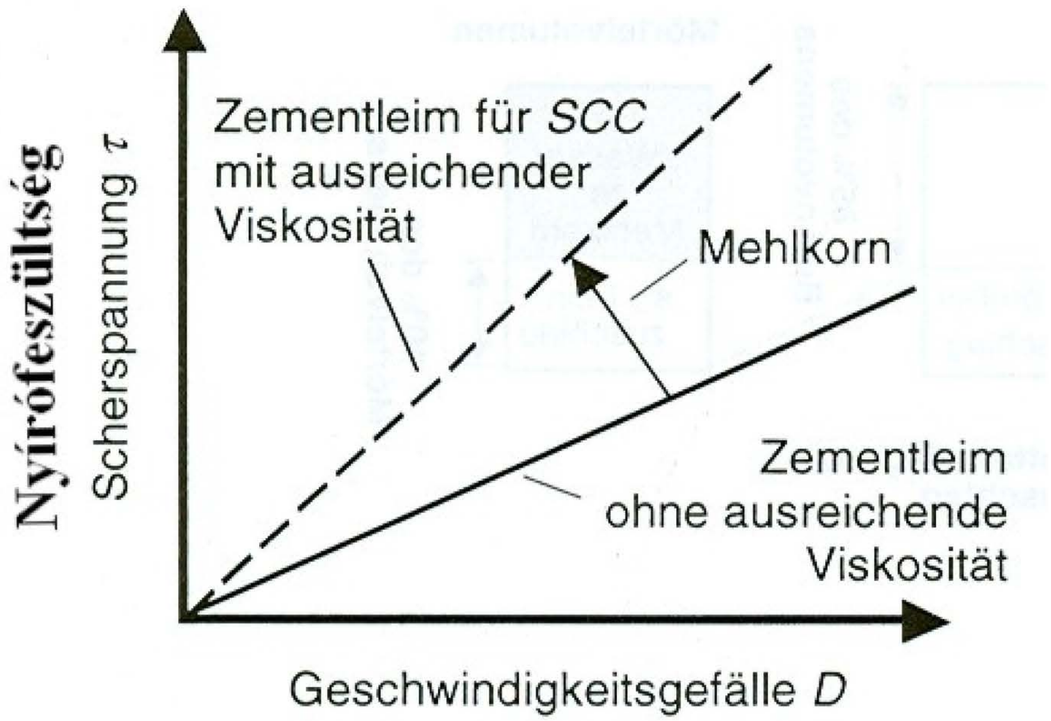
A szilikapor amorf kvarc (legalább 85 tömeg%), amely puccolános tulajdonsága folytán (mészmodulusa: $CaO/SiO_2 < 0,5$), szabályozott körülmények között, különleges betonok készítéséhez kiegészítő anyagként használható.

A szilikaport nevezik *mikroszilikának* is, amelynek por alakú változata.

A szemek gömb alakúak, átlagos nagyságuk mintegy 0,1 – 0,3 μm, és így lényegében két nagyságrenddel kisebbek, mint a cement szemek, amelyek átlagos szemnagysága 5 – 30 μm

A mikroszilikánál is finomabb a *nanoszilika*. Szilícium-dioxid tartalma 100 tömeg%, átlagos szemnagysága mintegy 15 nm (~ 0,015 μm).





Terülési sebesség (képesség) csökkenés

Önterülő és öntömörödő beton

fib Szálerősítésű betonok
- a kutatástól az alkalmazásig -
Budapest, 1999. március 4-5.

Konferenciakiadvány

Proceedings

Szálerősítésű Betonok

– a kutatástól az alkalmazásig –

1999. március 4-5. Budapest

Lézer vezérlésű terítő és tömörítő gép

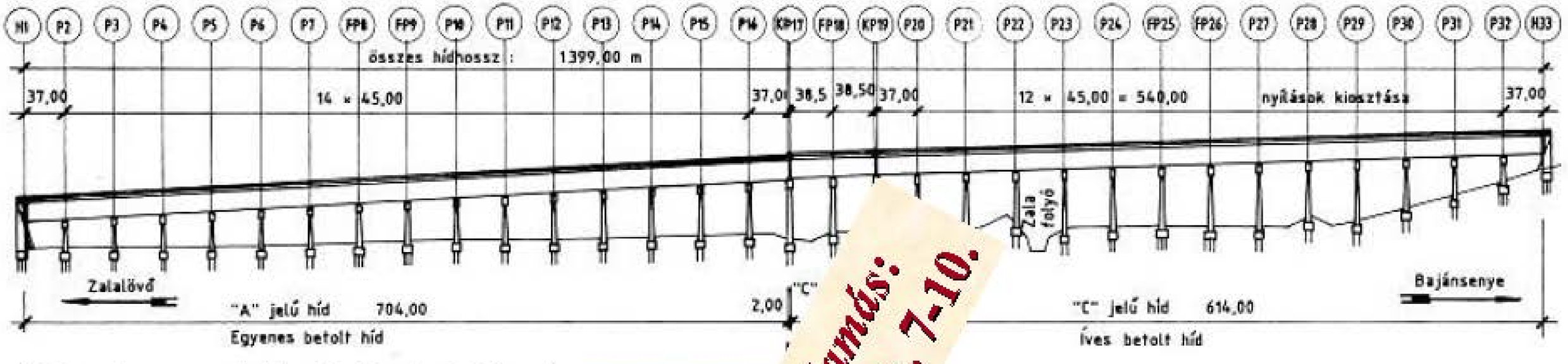
Pormentes ipari padlóburkolat készítése szálerősítésű betonból

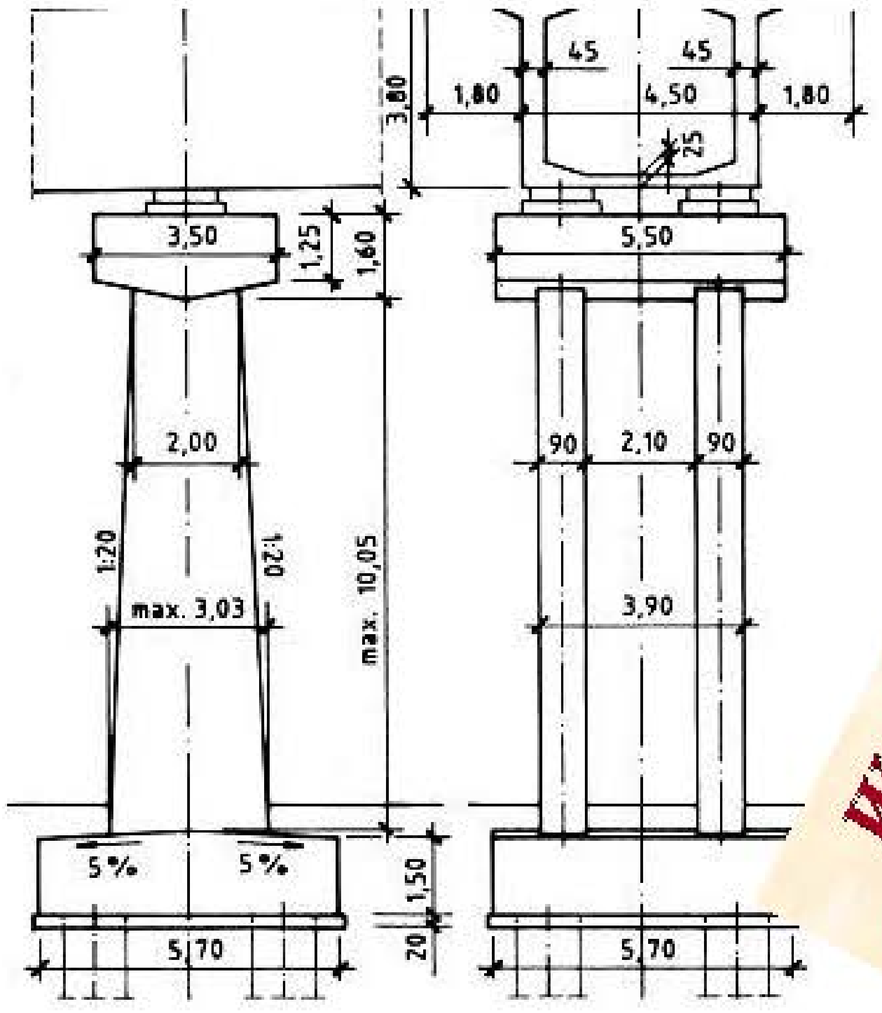
Kikötő híd Barcelónában, 2000.

A hajóközlekedés érdekében a középső hídszakasz felnyitható, amelyhez két oldalon 300 m hosszú vasbetonhíd csatlakozik, amelyek egyike 90°-os íves kiképzésű. A híd hossza 677 m, szabad nyílása 106 m.

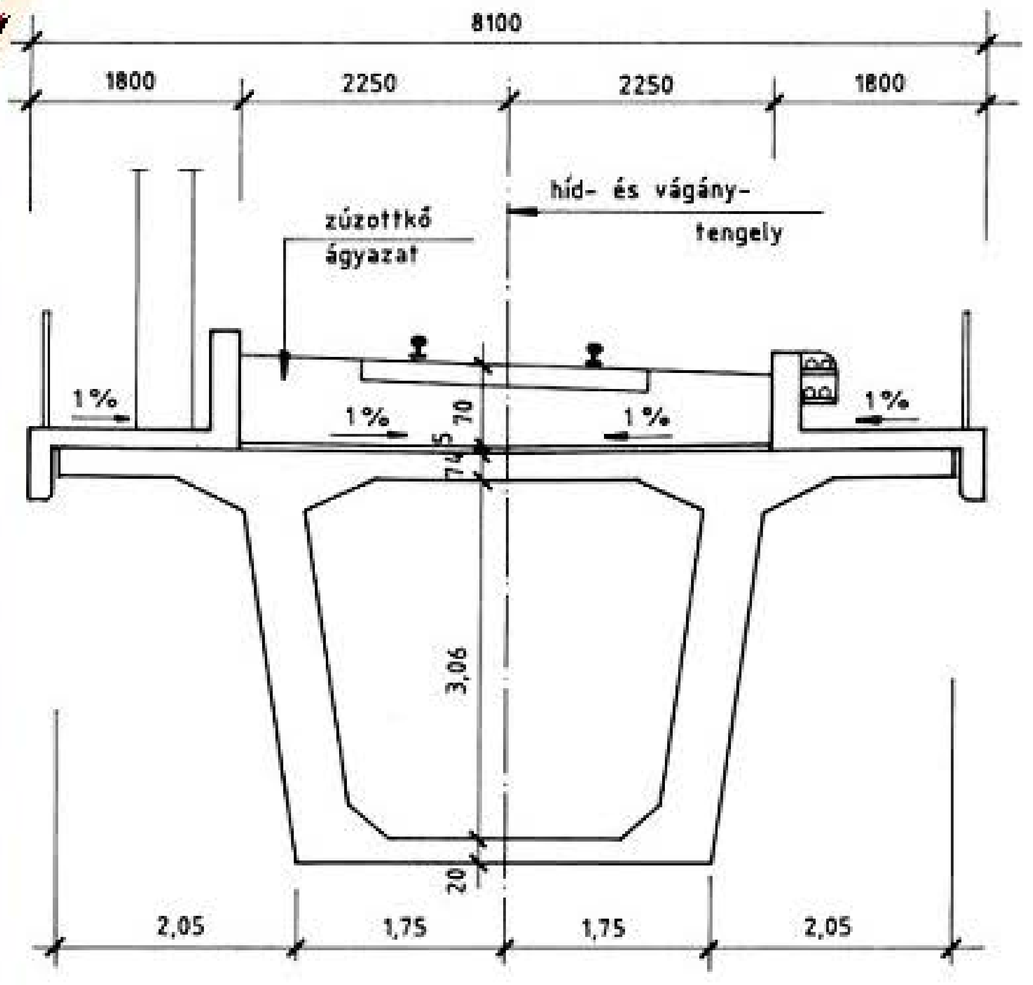
Forrás: http://www.karl-gotsch.de/Album/Spanien.htm

Nagyrákosi vasúti völgyhidak (2001) a Zalalövő - Bajánsenye új vasúti fővonalon. Összes hídhossz: 1399 m



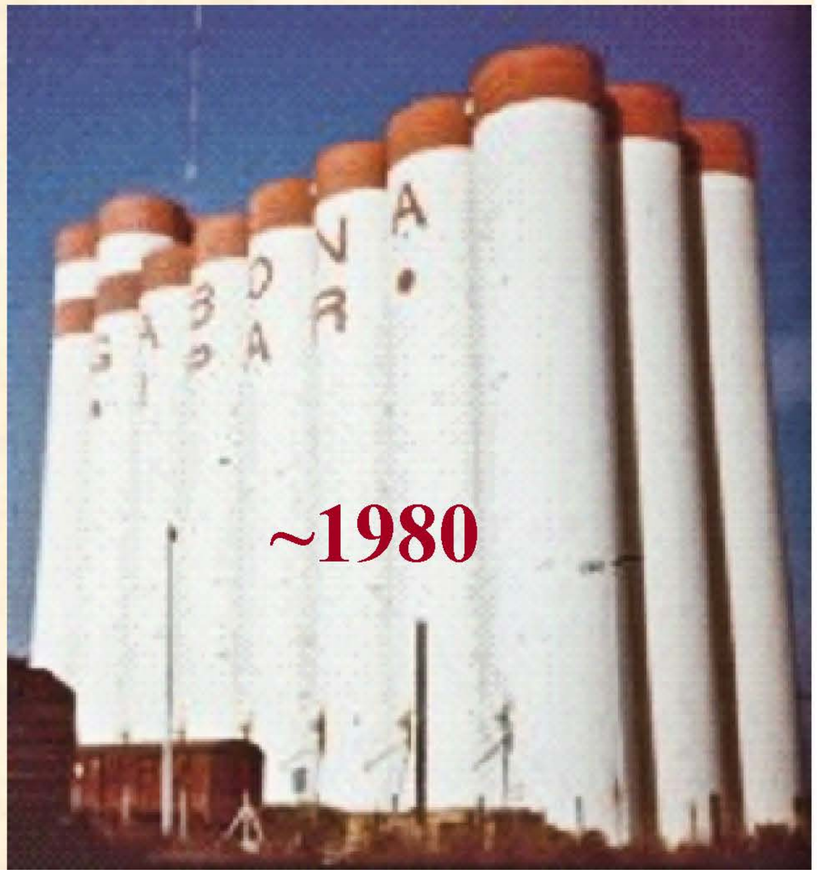


Wellner Péter – Mihalek Tamás:
Concrete Structures. 2002. pp. 7-10.



Wellner Péter – Mihalek Tamás:
Concrete Structures. 2002. pp. 7-10.

Csúszózsaluzatos építés, 2001.



~1980

Csúszózsaluzatos útbetonburkolat építés (*Dr. Liptay András* fényképe)

2002-től napjainkig

A próbatestek Ø150·300 mm méretű hengerek és 150 mm méretű kockák, amelyeket végig víz alatt tárolnak. Az európai szabványoknak megfelelően a beton nyomószilárdságát a végig víz alatt tárolt Ø150·300 mm méretű hengerek, illetve 150 mm méretű kockák nyomószilárdságának jellemző értékével minősítik, és ezek tört vonallal elválasztott értékével jelölik, N/mm^2-ben.

2004 óta (MSZ 4798-1:2004) Magyarországon a próbatestek vegyes tárolás is megengedett, de a szilárdság vizsgálati eredményeket át kell számítani.

Példa a beton jelére: C20/25

Az európai szabványokban a beton nyomószilárdsága jellemző értékének és átlag értékének kapcsolatát többféle, módon fejezik ki:

Az *Eurocode-2* méretezési szabvány szerint: $f_{ck,cyl} = f_{cm,cyl} - 8$;

az *európai betonszabvány* (MSZ EN 206-1) szerint:

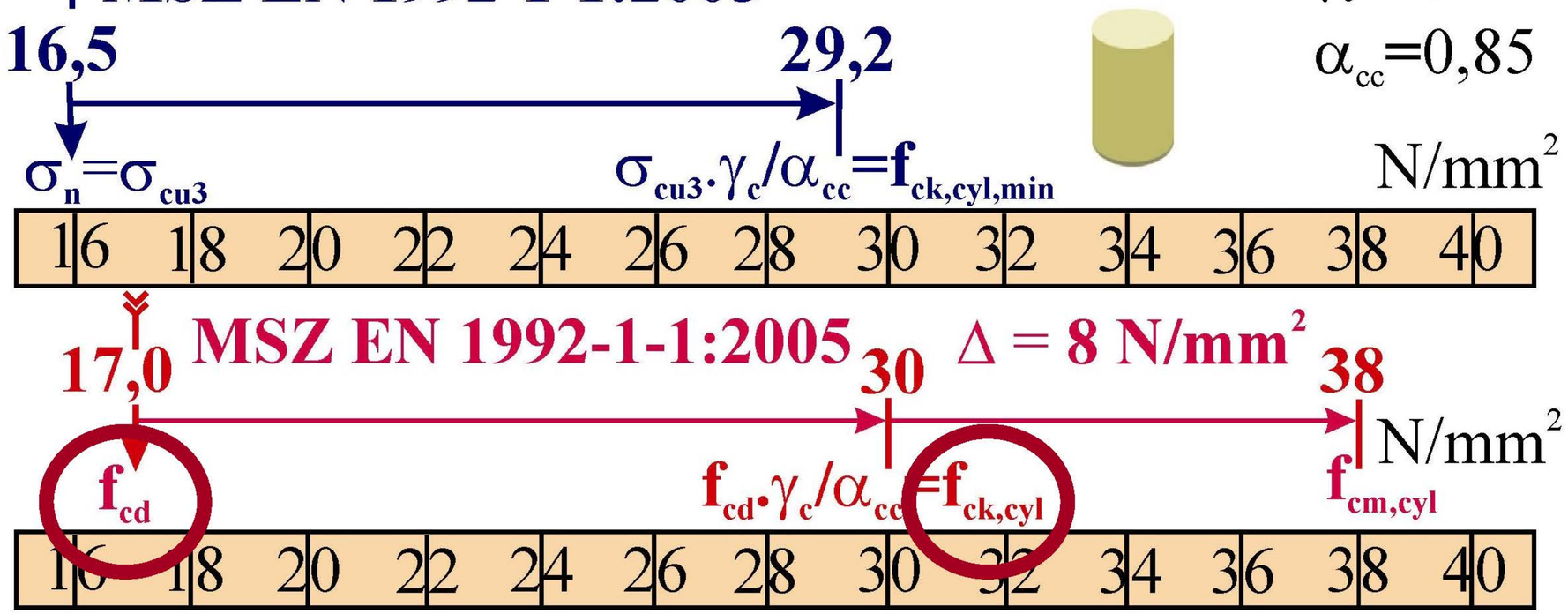
kezdeti gyártás esetén: $f_{ck} = f_{cm} - 4$ ($\geq$ C55/67 osztály esetén: $f_{ck} = f_{cm} - 5$) ;

folyamatos gyártás esetén: $f_{ck} = f_{cm} - \lambda \cdot s$, (ha n = 15, akkor λ = 1,48).

Az *európai betonszabvány* szerint (MSZ EN 206-1) a meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 70 %, az alulmaradási hányad: 5,0 %, az alulmaradási tényező értéke, ha $\lambda \geq 15$, akkor 1,48

2010 óta az európai méretezési szabvány (MSZ EN 1992-1-1:2010) szerint a biztonsági tényező értéke, értve alatta a *hengerszilárdság küszöbértékének* (jellemző érték) és a *nyomószilárdság tervezési értékének* a hányadosát:

$$f_{ck,cyl,víz\ alatt} / f_{cd}$$



tartós szilárdság figyelembevétele nélkül általában 1,50
tartós szilárdság figyelembevételével általában 1,5/0,85 = 1,77

$$C\,/\,\square = C f_{ck,cyl}/f_{ck,cube} = C30/37$$

Elfogadási valószínűség: 50 %,
alulmaradási hányad: 2,28 %,
alulmaradási tényező: 2,0

Elfogadási valószínűség: 50 %,
alulmaradási hányad: 5,0 %,
$t_{>40}$ alulmaradási tényező: 1,645

Elfogadási valószínűség: 70 %,
alulmaradási hányad: 5,0 %,
$\lambda_{\geq 15}$ alulmaradási tényező: 1,48

Előírás érvényének éves száma

2010
2005
2000
1995
1990
1985
1980
1975
1970
1965
1960
1955
1950
1945

Közúti Hídszabályzat 1956
$R_{m,200,vegyes}/\sigma_{bH} = 2{,}20 \rightarrow 2{,}85$
Feszített szerk.: 2,45 → 3,10

$R_{m,200,vegyes}/\sigma_{bH} = 2{,}0 \rightarrow 2{,}35$

$R_{m,200,vegyes}/\sigma_{bH} = 2{,}0$

1951
1977
1982
2002

$s = 0{,}15 \cdot R_m$

$R_{k,cyl,vegyes}/\sigma_{bH} = 1{,}38 \rightarrow 1{,}58$

$R_{k,cyl,vegyes}/\sigma_{bH} = 1{,}25 \rightarrow 1{,}45$

$R_{k,200,vegyes} = 0{,}75 \cdot R_{m,200,vegyes}$

$R_{k,200,vegyes} = 0{,}7 \cdot R_{m,200,vegyes}$

$R_{k,vegyes} = R_{m,vegyes} - k \cdot t \cdot s$

□ 200 mm, vegyes tárolás

Ø150·300 mm és □ 150 mm, vegyes tárolás

Ø150·300 mm és □ 150 mm, víz alatti tárolás

$f_{c\,k,cyl,víz\,alatt}/f_{cd} = 1{,}50$, ill. 1,77

Előírások sorszáma

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

KELETI PÁLYAUDVAR ÁLLOMÁS
SZERKEZETTERVEZÉS

ÁLLOMÁS
11. RÉSFALAK

00	2007-11-15	Füstös Attila Nyíró Árpád	Huszka Gábor
Kiadás Index	Dátum	Tervező	Tervellenőr

MEGJEGYZÉSEK:

1.) Anyagminőségek:
beton: C30/37-32/F
cement:CEM II/A-S 32,5 R
MSZ 4702:1997
betonacél: B500B
2.) Betontakarás: 7,0 cm

DBR METRO

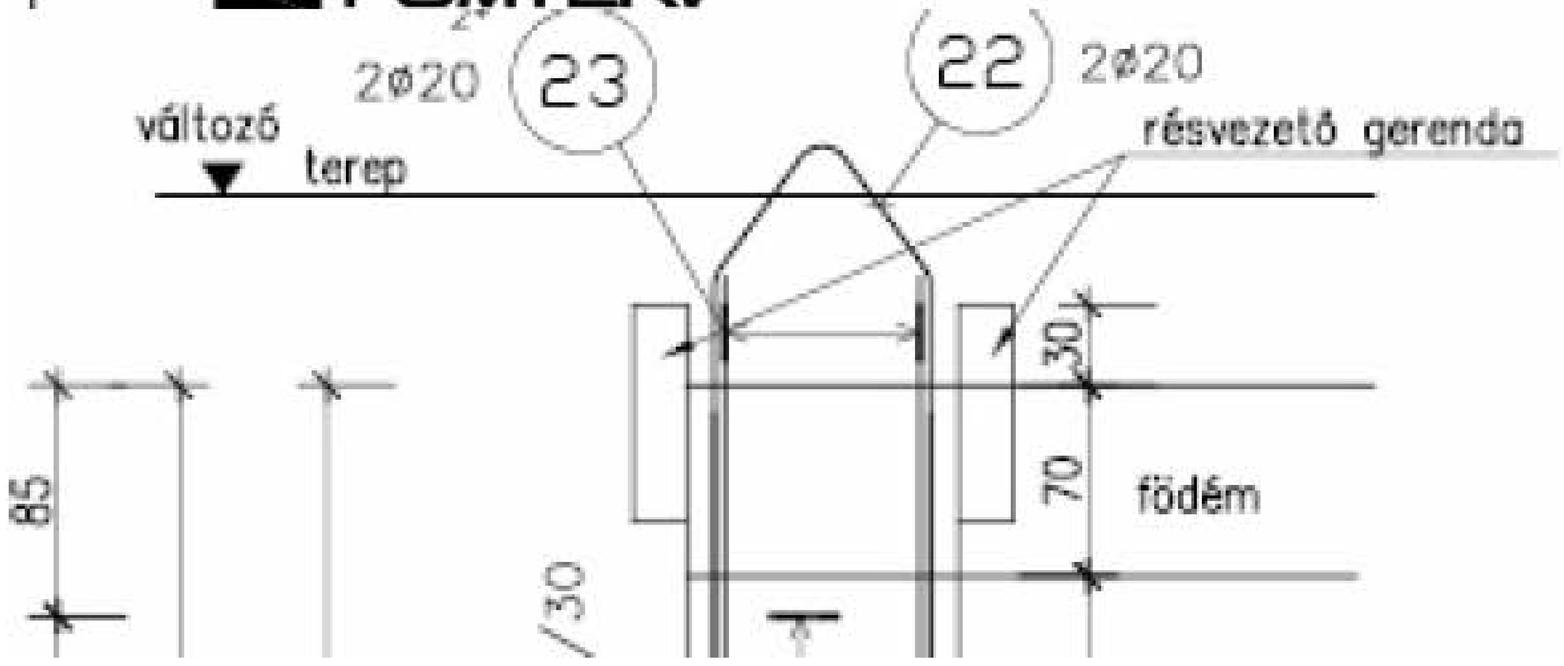
Beruházó/ Investor:
BKV Zrt. DBR Metró Projekt Igazgatóság

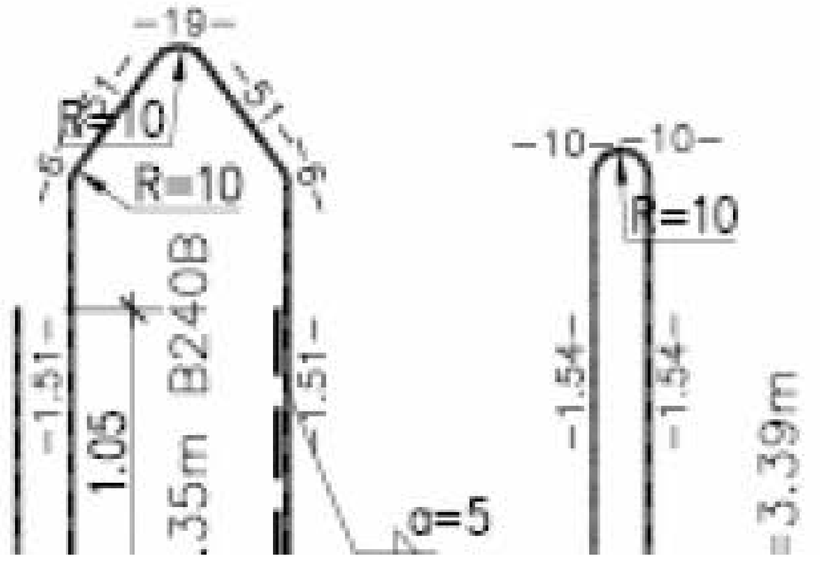
Mérnök/ Engineer:
EUROMETRO Projektvezetési Tanácsadó Kft.

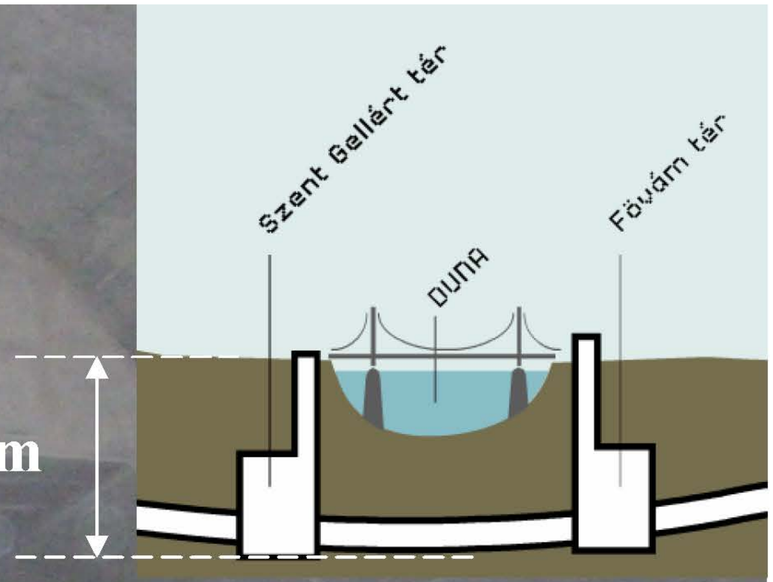
Kivitelező/ Employer:
BILFINGER BERGER | PORR | VEGYÉPSZER
BPV - Metro 4 NeKe Építési Közkereseti Társaság

Generáltervező/ General designer
FŐMTERV

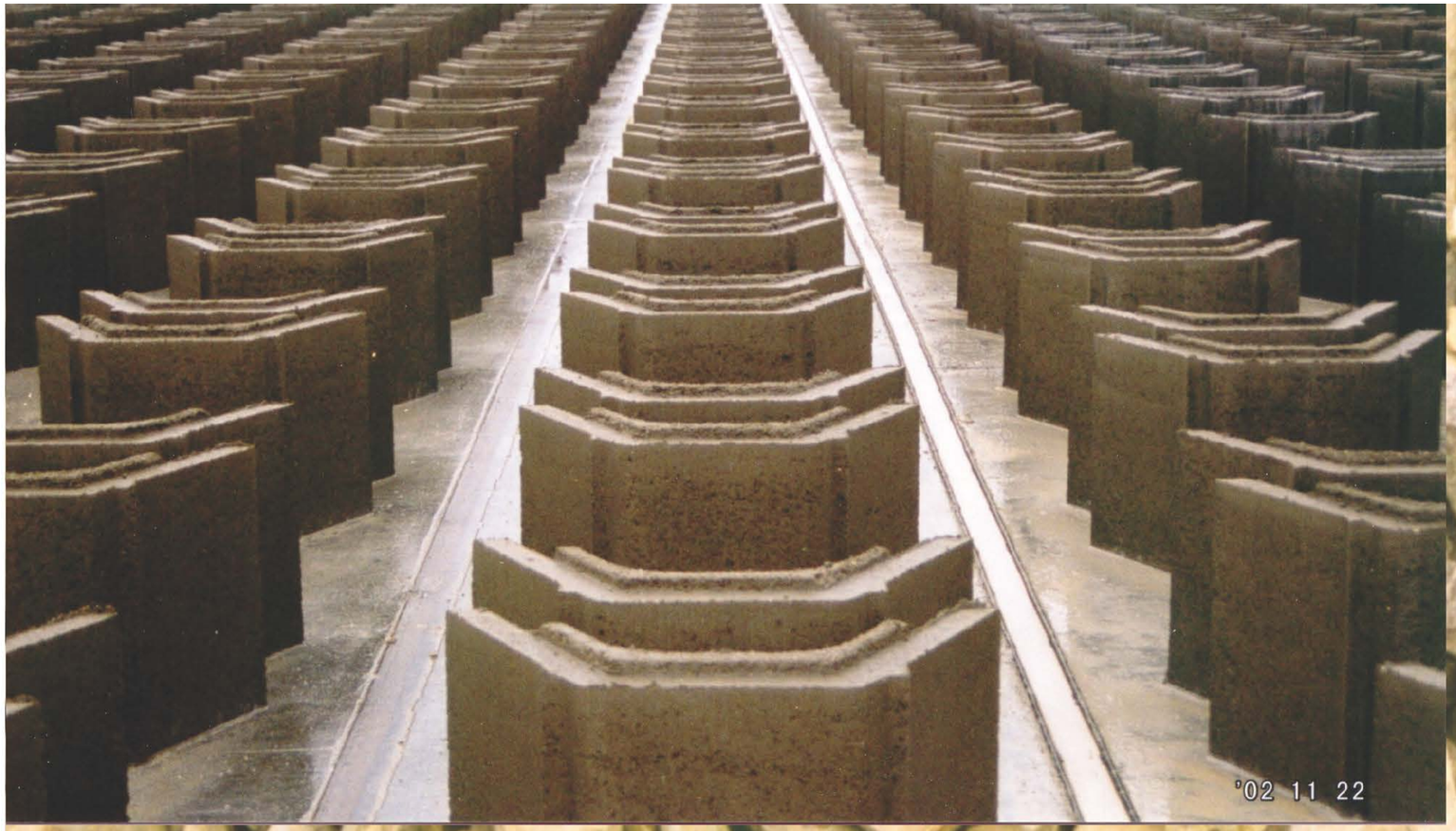
FŐMTERV MÉRNÖKI TERVEZŐ ZRT.







4. sz. metró, Szent Gellért tér és Fővám tér közötti alagút, 2011. február 28.



Vibropréseléssel gyártott, dolomit-beton mederburkoló elemek, Gánt, 2003.

Betontechnológus *Spránitz Ferenc okl. mérnök*

'02 11 22

Beton-ismeretek

Írta:

Ujhelyi János

EGYETEMI TANKÖNYV

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉPÍTŐMÉRNÖKI KAR

SZERKEZETÉPÍTŐ SZAKMÉRNÖKI SZAK -
BETONTECHNOLÓGIA ÁGAZAT

Műegyetemi Kiadó, 2005.

4. ADOTT KONZISZTENCIÁJÚ BETONKEVERÉKEK ÖSSZETÉTELÉNEK A SZÁMÍTÁSA

4.1. Az összetétel-számítás menete

A betonösszetétel meghatározását a továbbiakban a számítás lépéseinek a sorrendjében ismertetem.

4.1.1. A cement vízigényének és a cementpép összetételének a számítása

Meg kell vizsgálni a cement fajlagos felületét, vagy a cementgyártól kell megkérdezni az adott cementszállítmányra érvényes adatot. A cement fajlagos felületeinek a tájékoztató értékeit a 11. táblázatból is ki lehet olvasni, mely a *CEMKUT Kft.* több éves vizsgálatai alapján az átlagértékeket és a várható határértékeket tartalmazza.

A cement jelében látható (?) azt jelenti, hogy a megadott fajlagos felületek bármilyen kiegészítő anyaggal (pernye, kohósalak, trasz, mészkőliszt) készített heterogén portlandcementekre érvényesek. A CEM III, CEM IV és CEM V jelű cementek gyártása csak utóbbi évben kezdődött és ezért nincs elegendő vizsgálati adat ezeknek a cementfajtáknak a fajlagos felületére.

11. táblázat : A hazai cementek fajlagos felületeinek tájékoztató értékei a CEMKUT Kft. vizsgálatai alapján

A cement fajtája	*Fajlagos felület (S), m^2/kg*	
	határértékek	*átlagértékek*
CEM I 52,5 jelű portlandcement	350 – 450	400
CEM I 42,5 jelű portlandcement	340 – 420	350
CEM II/A (?) 42,5 jelű portlandcement	360 – 390	370
CEM I 32,5 jelű portlandcement	300 – 350	320
CEM II/A (?)32,5 jelű portlandcement	260 – 340	300
CEM II/B (?)32,5 jelű portlandcement	280 – 360	320

12. táblázat : A hazai cementek sűrűsége a CEMKUT Kft. vizsgálatai alapján

A cement fajtája	*Sűrűség (ρ_c) g/cm^3*	
	határértékek	*átlag*
CEM I 52,5 jelű portlandcement	3,11 – 3,18	3,15
CEM I 42,5 jelű portlandcement	3,08 – 3,20	3,15
CEM II/A-V 42,5; CEM II/A-P 42,5; CEM II/A-V 32,5; CEM II/A-P 32,5; CEM II/B-V 32,5 és CEM II/B-P 32,5 jelű portlandcementek	2,95 – 3,05	3,00
CEM II/A-S 42,5; CEM II/A-S 32,5; CEM II/B-S 32,5 jelű portlandcementek	3,05 – 3,15	3,10
CEM I 32,5 S jelű (korábban S-54) portlandcement	3,15 – 3,25	3,20
CEM I 32,5 jelű portlandcement	3,05 – 3,15	3,10

Mátyássy László - Mihalek Tamás – Wellner Péter – Barta János:
A köröshegyi völgyhíd építésének története. Vasbetonépítés, 2007. 3. szám. pp. 66-71., 2007. 4. szám. pp. 98-105., 2008. 1. szám. pp. 2-9.

A híd 18 támaszon nyugszik, teljes hossza 1872 méter, nyílásbeosztása:
(1)+60+95+13x120+95+60+(1) m

A híd tengelye alaprajzilag R=4000 m sugarú körívben fekszik.

A pályaszint hosszirányú esése állandó, 2,86 %, a pálya keresztirányban 2,5 % esésű.

A 0 és a 17 jelű hídfő között 53,50 méter szintkülönbség mérhető.

A felszerkezet szekrényes, kétcellás keresztmetszettel készült, kétoldalt konzolos lemezekkel.

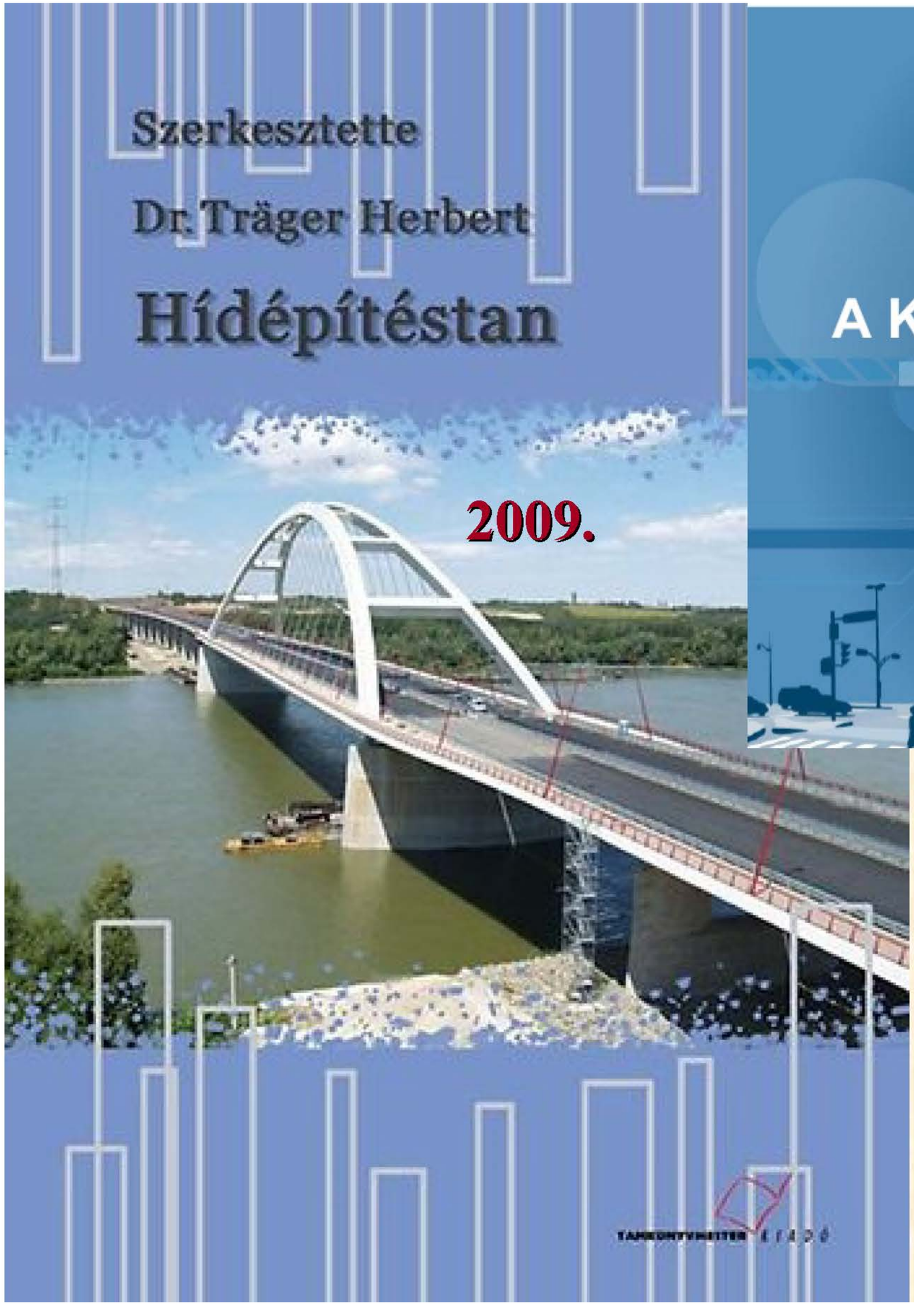
Lövellt beton készítés az épülő M6 autópálya alagútjában, Bátaszék közelében 2009

Vázszerkezet 18 m-es pörgetett oszlopokkal. 2009.
***Tápai Antal* (BVM ÉPELEM) fényképe**

Csepeli szennyvíz tisztító, 2009.

Lengyel Gábor – Sármay András – Dr. Csíki Béla.

Vasbetonépítés, 2010. 1. szám. pp. 2-7.



KÖZLEKEDÉSFEJLESZTÉSI KOORDINÁCIÓS KÖZPONT

A Közúti Hídszabályzat 100 éve

Dr. Träger Herbert

Sopron, 2011. május 3.

Pillanatképek a zalaegerszegi hídmérnöki konferenciáról 2004 (fotó: Gyukics Péter)

Bild 12. Arthur Newell Talbot (1857–1942)

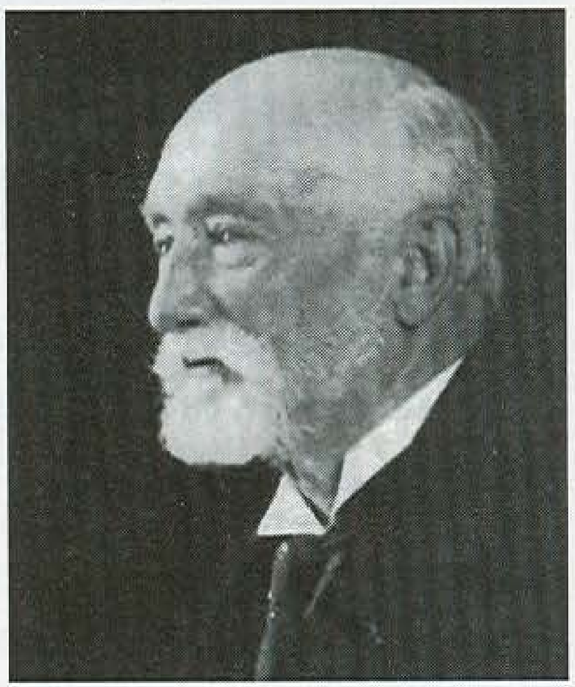


Bild 13. Fritz von Emperger (1862–1942)

Bild 14. Robert Maillart (1872–1940)

Bild 15. Emil Mörsch (1872–1950)

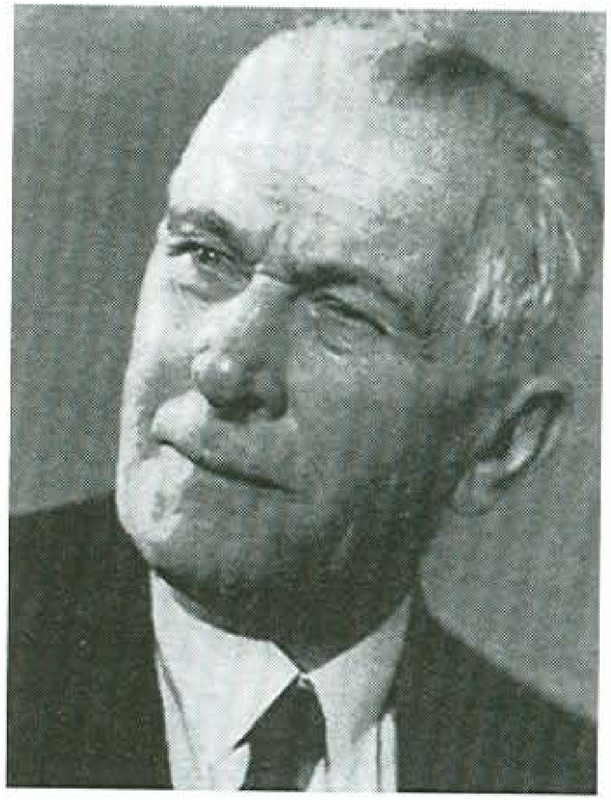


Bild 16. Rudolf Saliger (1873–1958)

Bild 17. Henry Lossier (1878–1962)

Bild 19. Mirko Roš (1879–1962)

Bild 20. Otto Graf (1881–1956)

Bild 21. Albert Caquot (1881–1976)

Bild 25. Nicolas Esquillan (1902–1989)

Bild 27. Anton Tedesko (1903–1994)

Bild 29. Fritz Leonhardt (1909–1999)

Bild 24. Adolf Pucher (1902–1968)

Bild 26. Hubert Rüsch (1903–1979)

Bild 28. Robert v. Halasz (1905–2004)

Bild 30. Felix Candela (1910–1998)

Bild 31. Karl Kordina (1919)

Bild 32. Bruno Thürlimann (1923)

Bild 33. Hans Wittfoht (1924)

Bild 34. Tihamer Koncz (1925)

Bild 35. Jean Muller (1925)

Bild 36. Herbert Schambeck (1927)

Bild 37. René Walther (1928)

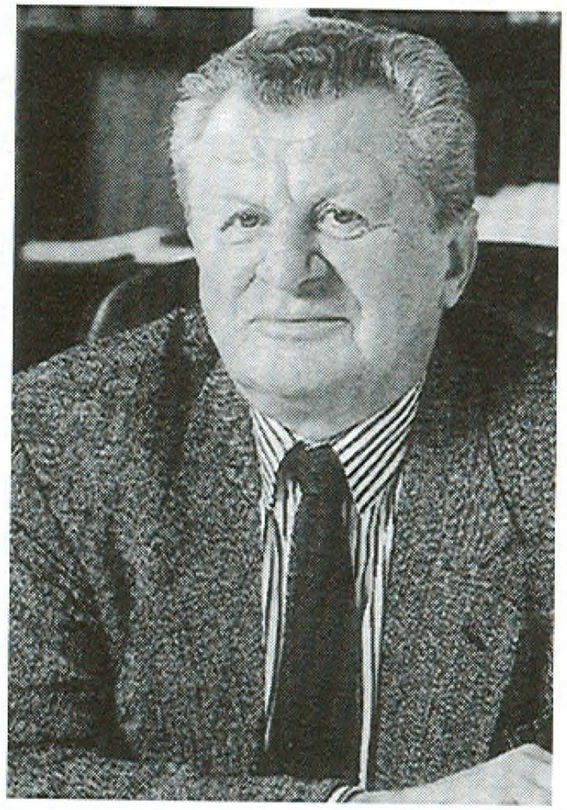


Bild 38. Stefan Polónyi (1930)

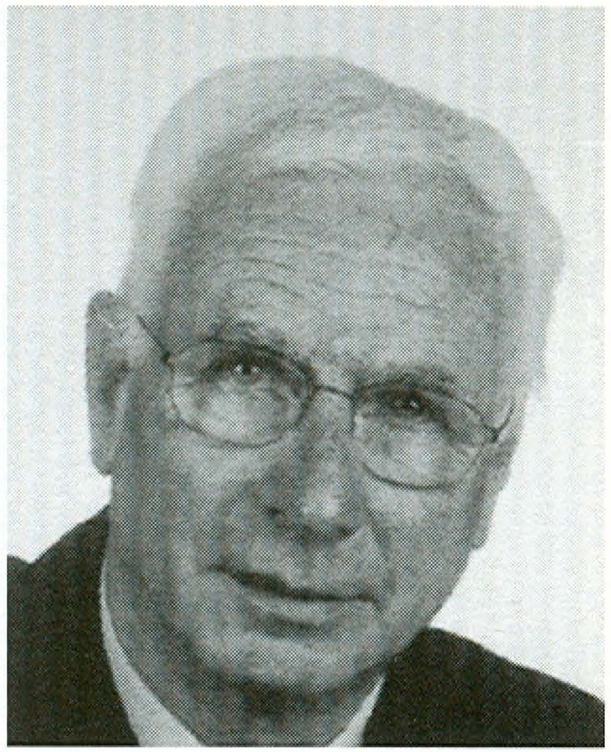


Bild 40. Jörg Schlaich (1934)

Bild 39. Alfred Pauser (1930)

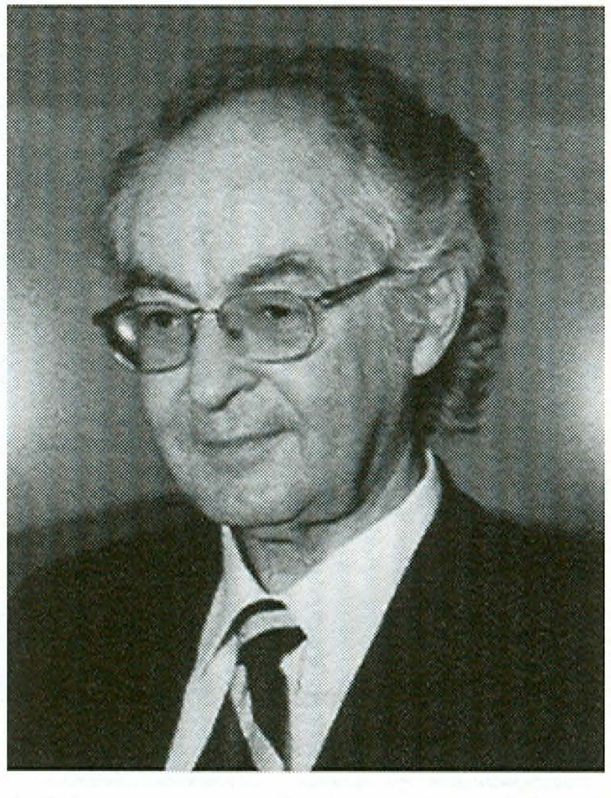


Bild 41. Josef Eibl (1936)

Spezial

Beton- und Stahlbetonbau

April 2005

ISSN 0005-9900

A 1740

Max Herzog

Entwicklung des Konstruktiven Betonbaus

Ein Kurzportrait

Ernst & Sohn
A Wiley Company
www.ernst-und-sohn.de

A fényképek forrása

Balázs György - Tóth Ernő: BETON- ÉS VASBETONSZERKEZETEK DIAGNOSZTIKÁ

Balázs György - Tóth Ernő: BETON- ÉS VASBETON SZERKEZETEK DIAGNOSZTIKA

Balázs Gy. - Balázs L. Gy. - Farkas Gy. - Kovács K.
BETON- ÉS VASBETON SZERKEZETEK VÉDELME, JAVÍTÁSA ÉS MEGERŐSÍTÉSE

Balázs György
BETON- ÉS VASBETON SZERKEZETEK VÉDELME, JAVÍTÁSA ÉS MEGERŐS

Balázs György — Dr. Mihailich Győző az oktató, a tervező, a kutató és a közéleti ember

Építőanyagok és kémia

BALÁZS BETON ÉS VASBETON I.

BALÁZS BETON ÉS VASBETON II.

BALÁZS BETON ÉS VASBETON III.

BALÁZS BETON ÉS VASBETON IV.

BALÁZS BETON ÉS VASBETON V.

BALÁZS BETON ÉS VASBETON VI.

BALÁZS BETON ÉS VASBETON VII.

Balázs György KÜLÖNLEGES BETONOK ÉS BETONTECHNOLÓGIÁK I.

Balázs György KÜLÖNLEGES BETONOK ÉS BETONTECHNOLÓGIÁK II.

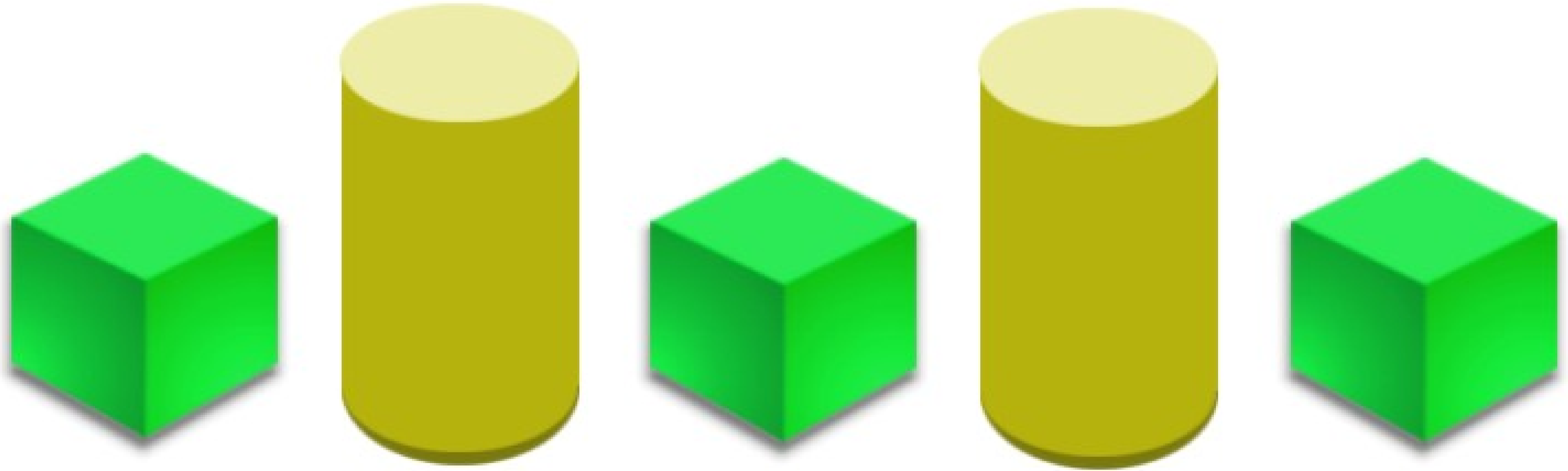
Balázs György KÜLÖNLEGES BETONOK ÉS BETONTECHNOLÓGIÁK III.

ENERGIATAKARÉKOS BETONSZILÁRDÍTÁS

PALOTÁS · KILIÁN · BALÁZS betonszilárditás

ÉPÍTŐANYAG PRAKTIKUM

Építő élet



A betonipar, technológia és tudomány fejlődése 1999-2008 között [1]

Borosnyói Adorján dr. – Kausay Tibor dr. – Liptay András dr. –
– Szabó Imre – Tápai Antal

Korunk követelménye a tartós beton készítése

A tartós beton készítése az MSZ EN 1992-1-1:2005 (Eurocode 2) szabvány bevezetésével napjaink elsőrendű feladatává vált. A tartós beton teljesítőképességét megtartva, biztonsággal, károsodás nélkül szolgálja a kellőképpen karbantartott, rendeltetésszerűen használt szerkezetet a tervezett használati élettartam alatt, amely épületek és egyéb szokásos építmények esetén 50 év, a monumentális épületek, hidak és más építőmérnöki szerkezetek (pl. közlekedésépítési, vízépítési stb. műtárgyak) esetén 100 év. Az első esetben a beton legalább tartós, a második esetben nagytartósságú. Jelenleg még gondot okoz, hogy az 50 év tervezett használati élettartamú szerkezetbe beépítésre kerülő beton átadás-átvételi eljárásában alkalmazott módszer követelményrendszerének megbízhatósága (szigorúsága) sokszor nem éri el, a 100 év használati élettartamú beton esetén szükséges megbízhatóság pedig általában meghaladja az üzemi gyártásellenőrzés MSZ EN 206-1:2002, illetve MSZ 4798-1:2004 szerinti szokásos szintjét. Az emelt szintű tartóssági követelményeket a beton megfelelő élettartama érdekében az európai betonszabvány magyar nemzeti mellékletében mihamarabb elő kell írni, és betartásukra a betontechnológia legkülönbözőbb területein folyamatosan törekedni kell.

A betonipar technológiai fejlődése

Az elmúlt tíz év – kivéve a közelmúltat – a betonipar jelentős fejlődését hozta.

A lakásépítés, a kereskedelmi és infrastrukturális építések folyamatos feladatot biztosítottak a betonépítésben érdekelt vállalkozások részére. Összességében tehát kedvezőek voltak a feltételek az építőipari műszaki és betontechnológiai fejlődés számára.

Az építő- és építőanyag-ipari gyárakhoz és vállalkozásokhoz hasonlóan a korábbi jelentősebb magyar *beton-előregyártó üzemek* is jórészt külföldi tulajdonba kerültek. Külföldi tőkével, ún. „zöldmezős" beruházással számos új beton-előregyártó üzem épült az országban, általában a jelenlegi nemzetközi színvonalnak megfelelő gyártástechnológia alkalmazásával.

Korábban, az 1990-es évek előtt a hazai beton-előregyártás nem volt elkényeztetve az élenjáró külföldi technológiákkal. A hazai fejlesztésű technológiák azonban számos esetben nemzetközi elismerést kaptak, és öregbítették a hazai mérnökök hírnevét. Ezek közé tartozott az alagútfalazati tübbing, a vasúti alj, a villamosvágány lemezalj stb. elem és technológia. Ezek az elemek és technológiák sikeres export termékei voltak a hazai beton-előregyártó iparnak. (Ezek után nagy kudarc, hogy a budapesti 4. sz. metró alagútfalazati elemeit importálják.)

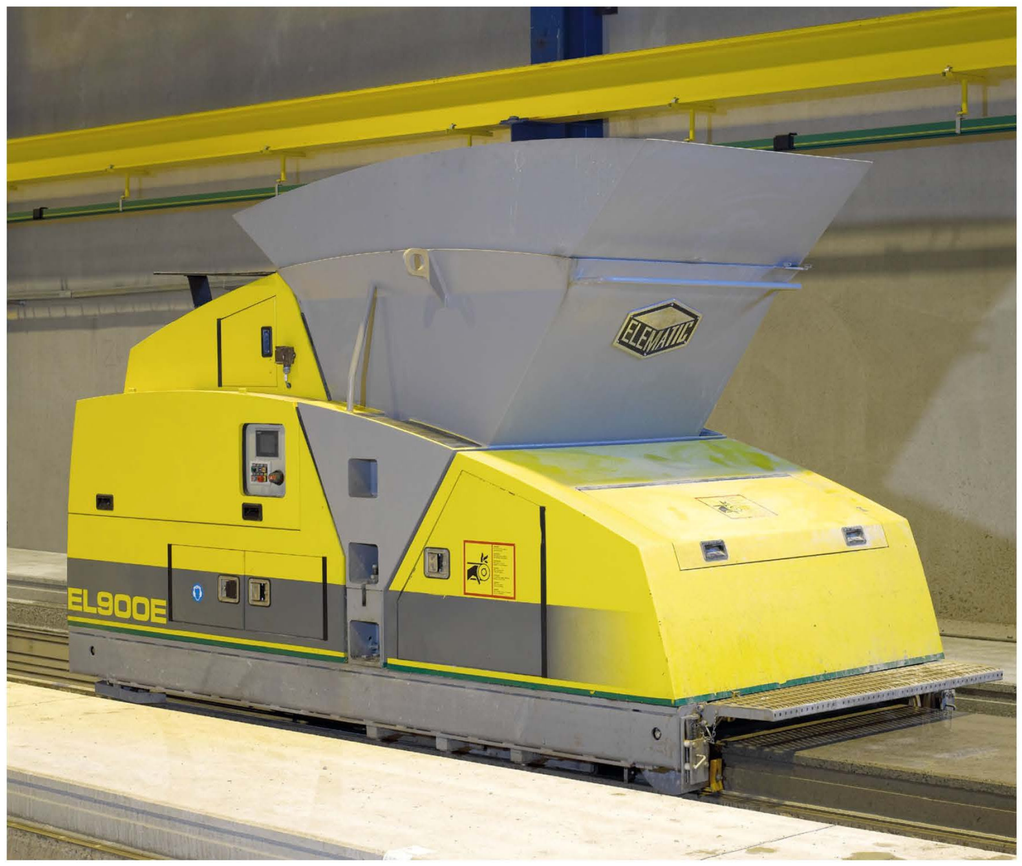
Érdekes, hogy az utóbbi tíz évben a betonáru gyártás területén kezdődött jelentős fejlesztés. A különböző díszburkolat gyártók jelentős fejlesztésbe kezdtek zöldmezős beruházás formájában. A vibropréselt beton *térburkoló elemek* kopórétegének nyomószilárdsági osztálya C50/60, amelyhez hasonló szilárdságú betont azelőtt (1985) ipari méretekben nem állítottunk elő. Ez a nyomószilárdság megközelíti a nagyszilárdságú beton nyomószilárdsági osztályának alsó határértékét (C55/67).

A szerkezetgyártás területén korszerű *födémgyártó berendezések* kerültek az országba.

---

[1] A cikk rövidített változata az Építőanyag című folyóiratnak a Szilikátipari Tudományos Egyesület alapítása 60. évfordulója alkalmából kiadott célszámában jelent meg. Építőanyag. 61. évfolyam. 2009. 3. szám. pp. 67-71.

Az elsőként bevezetett extruderes finn technológia (*1. ábra*) jelentősen kiszélesítette az előfeszített vasbeton födémpanel választékot mind teherbírásban, mind méretválasztékban, és amelynek gyártásához C50/60 nyomószilárdságú betonra van szükség.



1. ábra: Elematik extruder munka közben

A finn extruderes technológiát követően számos különböző elven működő *hosszúpados berendezés* került beszerzésre. Ezek a berendezések a korábbi mozgósablonos ún. aggregát technológiákhoz képest igen hatékonyak bár beüzemelésük esetenként komoly gondot jelentett. Itt kell megjegyezni, hogy az 1990-es évek előtti betontechnológiai elv, mely szerint cement többletadagolással minden beton problémát meg lehet oldani, itt is visszaütött. Ezek a berendezések minden tekintetben egyenletes és minden paraméterében azonos betonkeverékkel tudnak csak működni. Erre sem a betongyáraink, sem az adalékanyag gyártóink még nem készültek fel.

Az előregyártott falpanelekkel szemben előítéletek vannak. Megjelentek a *hőszigetelt bordáslemez panelek*, melyeknek számos előnyét fel lehet sorolni, de esztétikailag nem biztos, hogy sokkal kedvezőbb, mint a korszerű technológiával készülő, változatos felületi kialakítású falpanel.

Az ipari és kereskedelmi épületeknél eddig csak jórészt fagyköténynek (falszerkezet alatti első panelsornak) használt vasbeton szendvics panel az amerikai *Span-Crete technológia* alkalmazásával lehet, hogy új színfolt lesz a palettán. Ez a technológia elvileg 2,40 m széles födém és falpanel elemek gyártását teszi lehetővé. Megjelenése az igényeket is megteremtheti egy elfeledett szerkezeti megoldásra.

A *pörgetéses technológia* új berendezésekkel és termékekkel bővült (*2. és 3. ábra*). Így ma már a vezetéktartó oszlopokon túl a mélyépítésben nagyátmérőjű kör alakú, párhuzamos, és kúpos palástú vert cölöpök készültek, és készülnek egészen 20 m-s hosszig. Korábban az előregyártott vert cölöpöket legfeljebb 12 m-s hosszban gyártották. A cölöpök feszített és normál vasalással is készültek. Ezek az új igények a szélerőművek telepítése során léptek fel.

2. ábra: Pörgetett cölöpök gyártása

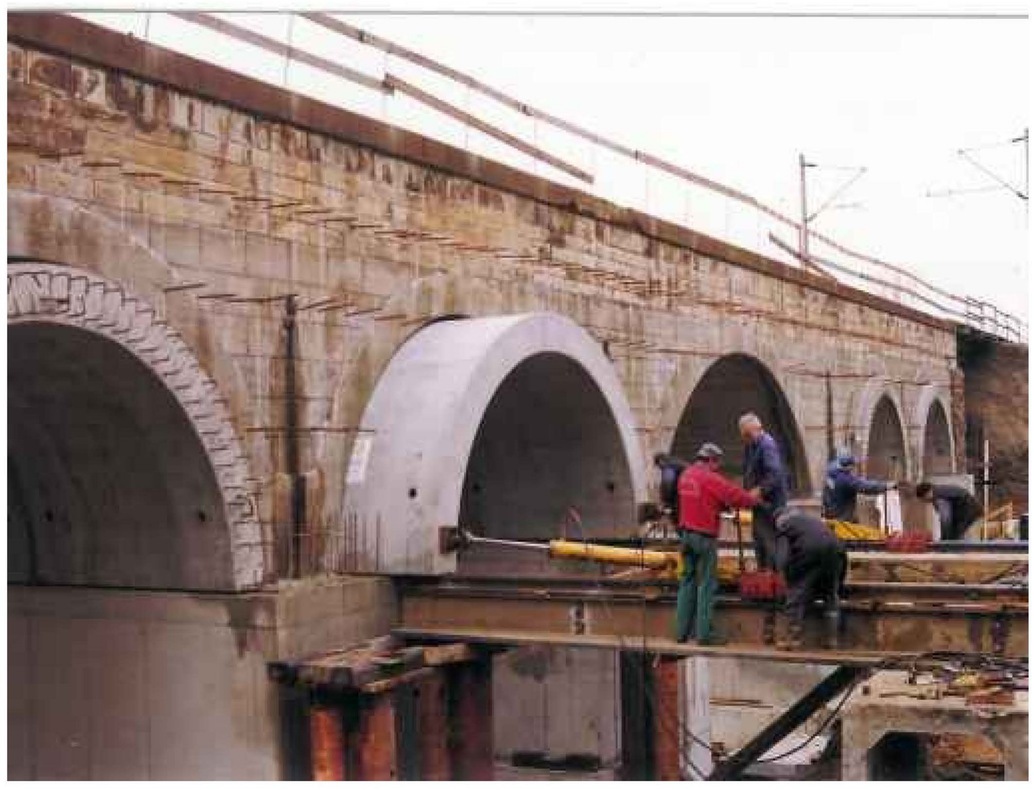
3. ábra: Kész pörgetett cölöpök

A pörgetéses technológiában rejlő lehetőségeket a magasépítésben is felismerték és használják. A nagy betonszilárdság hosszú és karcsú oszlopok gyártását teszi lehetővé, és nem elhanyagolható szempont az igen esztétikus felület sem (*4. ábra*).

4. ábra: Vázszerkezet 18 m hosszú, konzolos pörgetett oszlopokkal

Az elmúlt évtized közlekedésépítési feladatai jelentős fejlődést hoztak az *út- és hídépítés elemeinek előregyártásában*. A megnövekedett környezeti terhelésnek megfelelő tartók számos típusát fejlesztették ki és gyártották, illetve gyártják az autópálya építésekhez. Ugyanez vonatkozik az út és hídkiegészítő elemek gyártására is (*5. és 6. ábra*). A maximális fesztávok meghaladják a 40,0 m-t, és a betontechnológia is jelentősen fejlődött. A közlekedésépítésben jelentkező igények a betontechnológia fejlődésének a motorját képezik. A nagy teljesítőképességű betonokat elsősorban itt alkalmazzák. Az elmúlt 10 évben ennek a technikai, ipari háttere is megteremtődött. Ma a hazai előregyártásban a C70/85 nyomószilárdsági osztályú nagyszilárdságú betont már megbízhatóan elő tudják állítani.

5. ábra: Autópálya felüljáró előregyártott feszített vasbeton gerendákkal



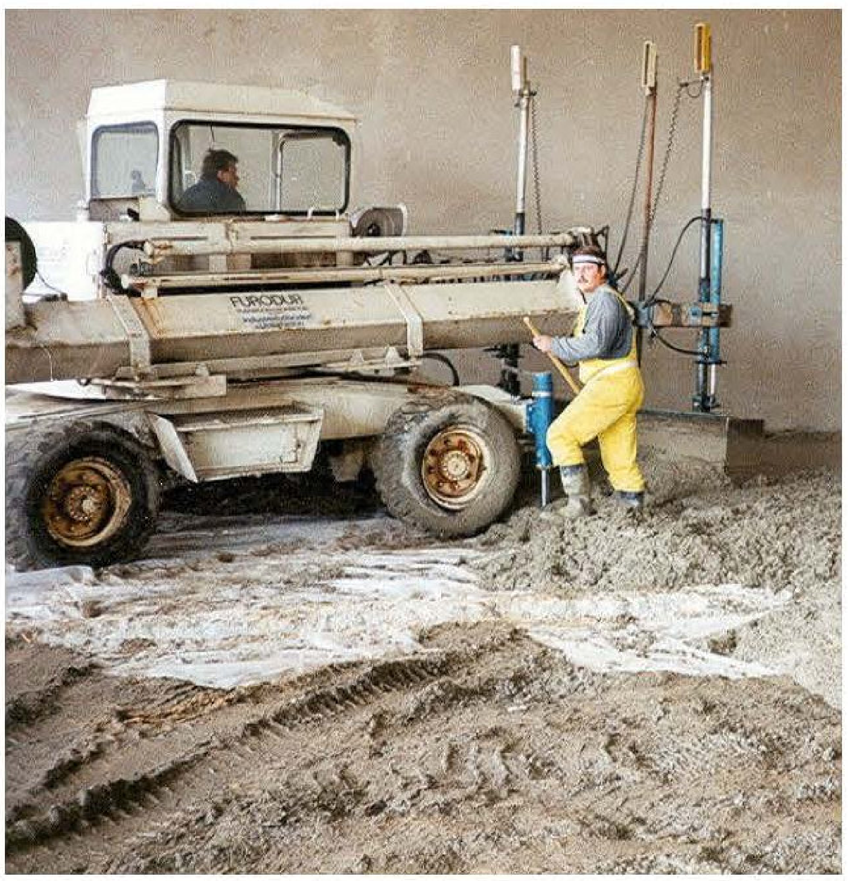
6. ábra: Vasúti híd rekonstrukciója előregyártott vasbeton dongaelemekkel

Figyelemre méltó a vasbetonépítés kivitelezési technológiájának fejlődése is, amelyre szép példa a magyar-szlovén vasútvonal Zalalövő és Bajánsenye közötti szakaszán emelkedőben és részben ívben létesített 1400 m feszített vasbeton szekrénytartó felszerkezetű *völgyhíd építése a Hídépítő Vállalat által kialakított szakaszos előretolásos módszerrel*. A felszerkezet tengelyében kialakított gyártóhelyen a felszerkezetet fél nyílás méretű 22,5 m hosszú szakaszokban gyártották. Az elkészült szekrénytartó szakaszt a kellő betonszilárdság elérése után feszítőpászmákkal hozzáfeszítették az előző szakaszhoz, majd hidraulikus sajtókkal előretolták a gyártópad elejéig, helyet adva a következő szakasz építésének. A munkamenet a teljes felszerkezet elkészültéig ciklikusan ismétlődött. Előretolás közben az igénybevételek csökkentése érdekében támaszkodó acél szerelőcsőrt alkalmaztak (*7. ábra*).

7. ábra: Támaszkodó acél szerelőcsőr előretolás közben a nagyrákosi vasbeton vasúti híd építésénél

Előre lépés történt a *transzportbeton gyártás*, illetve általában a *betongyártás* területén is, 2008-ig ingadozásokkal ugyan, de nőtt a termelés. Az elmúlt évtizedben számos új betonüzem épült, valamint lecserélődött a régebbiek gépparkja, tehát létrejött a minőségi betongyártás, a nagyteljesítményű betonok gyártásának technikai háttere.

Az ipari csarnokok, raktárak, bevásárló központok építésével terjedt el az automata targoncák közlekedésére is alkalmas *ipari pormentes kopásálló betonpadlóburkolatok* készítése. A kellően tömör teherhordó rétegre fektetett monolit betonpadlóburkolat vastagsága általában 200-250 mm, amelynek fugamentes táblamérete akár 900 m^2, legfeljebb 2500 m^2 is lehet. Anyaga a C25/30 – C35/45 nyomószilárdsági osztályú, legalább 30 kg/m^3 acélszál adagolású szálerősítésű beton, amelyet lézervezérelt berendezéssel terítenek el és tömörítenek (*8. ábra*). A végleges, nagy simaságú, kopásálló felületet rotoros simítógéppel alakítják ki, általában 3-5 kg/m^2 kemény szemcse bedörzsölésével (*9. ábra*).

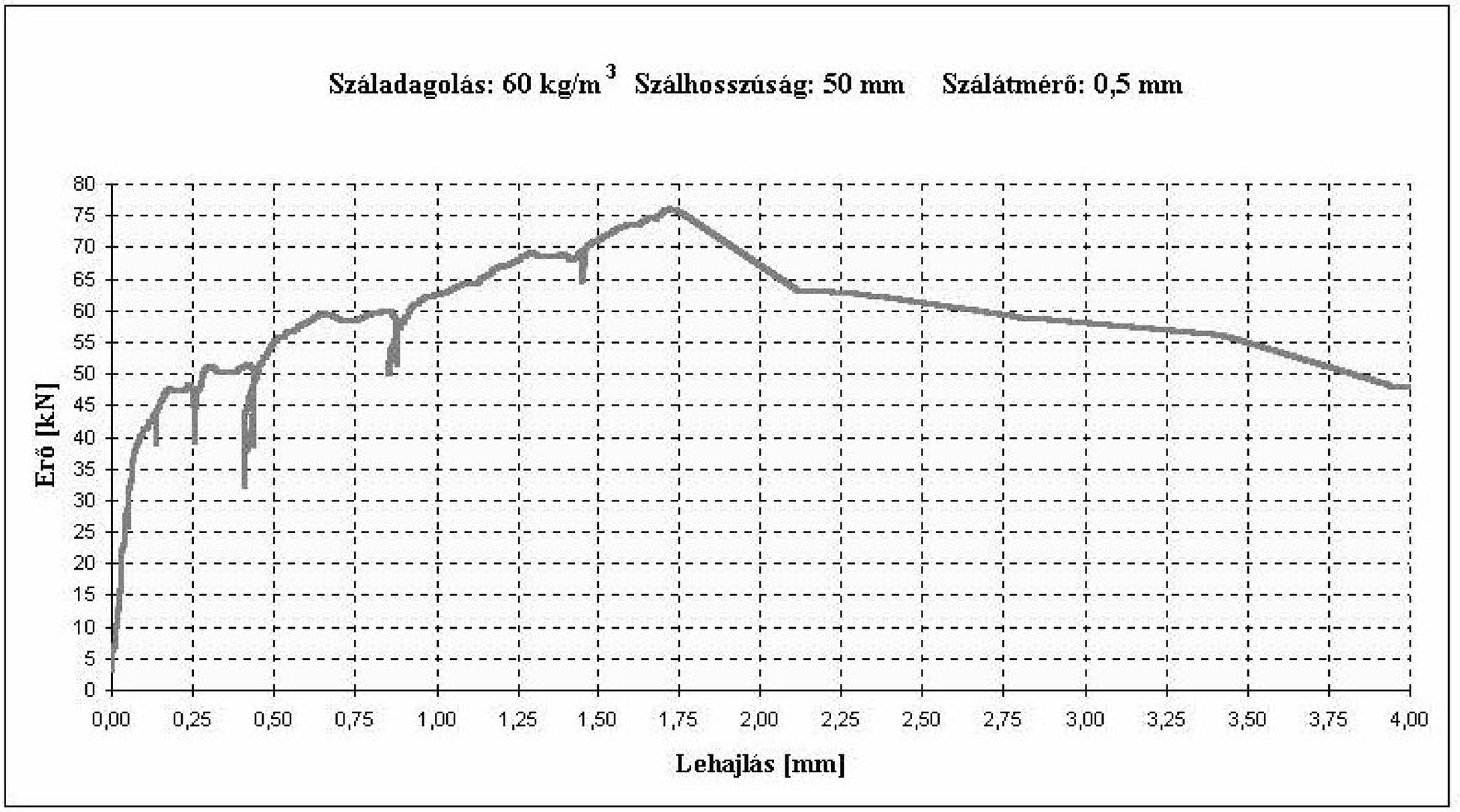


8. ábra: Lézervezérelt terítőgép ipari padló készítéséhez

9. ábra: Rotoros simítógép ipari padló készítéséhez

A *szálerősítésű betont* nem csak az ipari padlóburkolatok, hanem repülőtéri, út- és térburkolati pályabetonok, lőttbetonok (lövellt betonnak is nevezik), alagutak, csatornák, bányabiztosítások, trezor építmények, ipari olajfelfogó tálcák, tömegbetonok, dinamikusan igénybe vett szerkezetek, előregyártott betonelemek (pl. csövek, fedlapok, burkoló elemek) készítésére stb. is jól lehet használni. A szálerősítésű betonok a normál betonokhoz képest számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek: friss állapotukban állékonyabbak, zsugorodási repedésérzékenységük kisebb, gőzölés nélkül is korán kizsaluzhatók, hajlító-húzószilárdságuk, ütőszilárdságuk, dinamikai ellenállásuk, kopásállóságuk nagyobb,

vízzáróságuk, korrózióállóságuk jobb, a hálósan vasalt betonnál könnyebben kivitelezhetők, a szálerősítésű lőttbetonok visszahullása a szokásosnál kisebb. A beton és a szálerősítésű beton szilárdság-alakváltozási anyagmodellje különbözik egymástól. Ha a betonba megfelelő minőségű és mennyiségű szálat keverünk, akkor megváltozik a cementkő törési alakváltozása, a beton megrepedése után gyakorlatilag képlékenyen viselkedik, elveszti ridegségét, szívóssá válik (*10. ábra*), alkalmazható rá az ideálisan rugalmas-képlékeny anyagmodell. A szálak hidegen húzott acélból, polipropilénből, poliakril-nitrilből, alkáli-álló üvegből, szénből, aramidból stb. készülhetnek, hosszuk általában 5-60 mm, ajánlott hossz/átmérő viszonyszámuk általában 60-100. Az alkalmazott száltartalom általában 0,5-1,5 térfogat%.



10. ábra: Hajlított szálerősítésű betongerenda erő-lehajlás diagramja C35/45 nyomószilárdsági osztályú beton és hajlított acélszálak alkalmazásával, d_{max} = 16 mm mellett

Öntömörödő beton alkalmazása

Az öntömörödő betonok olyan, nagy teljesítőképességű betonok, amelyek különleges teljesítőképessége a frissbeton öntömörítési hajlamára vonatkozik. Az öntömörödő betonok a nehézségi erő hatása alatt, a komponensek szétosztályozódásától mentesen majdnem a szintkiegyenlítésig folynak, eközben légtelenednek, és a vasalási közbenső tereket, illetve a zsaluzatot teljes egészében kitöltik. Az öntömörödő betontól azt várjuk el, hogy *külső hatás nélkül*, csupán önsúlyának hatása alatt egy tetszőlegesen kialakított zsaluzatot üregek nélkül kitöltsön, a betonacélokat telítetten körülfogja, légzárványoktól mentes és felülete vízszintes legyen, anélkül, hogy eközben összetevői különválnának. Ilyen betonok tervezése és gyártása az 1980-as években indult el Japánban, és az elmúlt tíz évben a magyarországi betontechnológiában is kezd megjelenni.

A frissbeton tulajdonságokat az előállítás során, és közvetlenül a zsaluzatba történő beépítés előtt is folyamatosan ellenőrizni kell. Az öntömörödő betonhoz alkalmazott kiindulási anyagok egyenletességének a biztosítása, valamint a frissbeton tulajdonságok felügyelete a sikeres és gazdaságos alkalmazás szempontjából nagy jelentőségű. Nem megfelelő minőségű betonnak el sem szabad hagynia a betongyárat vagy a keverőberendezést, mivel az építés helyszínén már alig van lehetőség a tulajdonságok módosítására. Az öntömörödő betonok gyártása magas szintű technológiai fegyelmet követel meg, de hazánkban szerencsére találunk olyan betongyárakat, amelyek megfelelnek ezeknek az igényeknek – ezt támasztja alá az egyre nagyobb számban épülő, jó minőségű, öntömörödő betonból készült tartószerkezet.

A *BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén* (tanszékvezető: *Dr. Balázs L. György* egyetemi tanár) az öntömörödő betonok kutatása és a kísérleti technológiák ipari alkalmazása több éves múltra tekint vissza. Ennek a fejlesztési munkának az eredményeként (a felsorolás teljességére való törekvés nélkül) megemlítjük a MOM Park betonozási munkáit, a KÉSZ Mester Udvarház parkolóházának pillér betonozási munkáit, az Új Udvar Filmudvar lépcső lemezének betonozási munkáit, a Mammut II. Bevásárló- és Szórakoztató Központ pillér köpenyezési munkáit, a budapesti Nemzeti Színház vasbeton falainak betonozási munkáit, a Csepeli Szennyvíztisztító Telep pillér köpenyezési munkáit, a galgamácsai közúti vasbeton híd gerendájának köpenyezési munkáit, a budapesti NN irodaház vasbeton lépcsőházi falainak betonozási munkáit, a szombathelyi sportcsarnok pillér és fal betonozási munkáit, a Széchy Tamás uszoda műugró torony látszóbeton munkáit (*11. ábra*) és a sárvári Rába-híd hídfő betonozási munkáit.

11. ábra: A Széchy Tamás uszoda műugró torony látszóbetonja öntömörödő betonból

Szálerősítésű polimerek betonszerkezetekhez

Napjainkban sok olyan közúti és vasúti vasbeton és feszített vasbeton hidunk van, amely a tartóssági problémák jelentkezése előtti időszakban épült és ezért tartóssági szempontból most éri el élettartama határát. Megállapításunk hangsúlyozottan igaz azon közlekedésépítési szerkezetek nem teherhordó vasbeton szerkezeti elemeire vonatkozóan, amelyek tervezése során tartóssági feltételeket esetleg nem is támasztottak. A bebetonozott acélbetétek korrózióját megelőzésének igen ígéretes megoldását nyújthatja a nem korrodáló (vagyis elektrolitikus korróziónak teljesen ellenálló) szálerősítésű polimer betétek alkalmazása.

Több mint *száz* azon hídszerkezetek száma a világon, amelyekben szálerősítésű polimer (FRP) betéteket építettek be acélbetétek részleges vagy teljes körű helyettesítésére. Ezek egy része gyalogos- ill. kerékpárhíd, másik része közúti ill. autópálya híd, de találhatunk köztük magas vezetésű elektromágneses lebegtetésű vasút hídgerendáit is. E hídszerkezetek kevés kivételtől eltekintve Japánban és Észak-Amerikában találhatók, az európai alkalmazások száma tíz körüli.

A korrózióálló, szálerősítésű polimer betétek nagy, általában 60-65 V% száltartalommal rendelkező kompozit anyagok. Ezek szilárdsághordozó részei a szálak, amelyeket általában epoxi- vagy vinilészter gyantába ágyaznak. Legelterjedtebbek (és építőmérnöki alkalmazásra

megfizethetők) az üveg-, az aramid- és egyes szénszálak. A nemzetközi szóhasználatban elterjedt megnevezések a következők:

- szálerősítésű polimer: FRP – Fibre Reinforced Polymer
- üvegszál-erősítésű polimer: GFRP – Glass Fibre Reinforced Polymer
- aramidszál-erősítésű polimer: AFRP – Aramid Fibre Reinforced Polymer
- szénszál-erősítésű polimer: CFRP – Carbon Fibre Reinforced Polymer

Az FRP betétek statikus terhelés hatására *lineárisan rugalmasan viselkednek* egészen a tönkremenetelig, majd ridegen szakadnak. Az acéllal ellentétben folyási jelenséget nem mutatnak. Húzószilárdságuk általában nagymértékben meghaladja az acélokét, és elérheti (szénszálas anyagoknál) a 4000 N/mm^2 értéket. Rugalmassági modulusuk a szálak típusának függvénye, de többnyire kisebb az acélok rugalmassági modulusánál. Szakadási nyúlásuk szintén a szálak típusának függvénye, és többnyire kisebb, mint az acéloké. Kiváló fáradási szilárdsággal, kis kúszással és relaxációval rendelkeznek, amely tulajdonságok előnyösen használhatók ki a feszített beton közúti hídépítésben.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a korróziós problémák jelentős többlet fenntartási munkával valamint a feltételezett élettartam előtti szerkezeti elem cserék jelentős többlet költséggel járnak. A fenntartási, a javítási és a felújítási munkálatok a tényleges ráfordítási költségek mellett további, jelentős, nehezen megbecsülhető költségekkel is párosulnak a hidak, valamint az autópálya alul- és felüljárók lezárása, forgalomból való kiesése miatt. A többnyire zsúfolt városi közlekedés teljes megbénulásához vezethet például egy-egy frekventált csomópont vagy hídszerkezet rekonstrukciója. *A korrózióval szemben ellenálló szerkezeti anyagok kifejlesztése és alkalmazása tehát nem kétséges, hogy igen fontos feladat.* Az iparilag fejlett országokban az is kimutatható, hogy az élőmunka költsége nagyobb ütemben emelkedik a beépített anyagok költségénél. Ezért is fejlődik az utóbbi két évtizedben rendkívül erőteljesen a szálerősítésű polimerek betonszerkezeti alkalmazásának technológiája, bár pillanatnyilag még valamivel magasabb anyag ár mellett, mint ami a hagyományos szerkezeti anyagoknál megszokott.

Hazánkban 1996 óta folyamatos a laboratóriumi tudományos kutatás és a nemzetközi kutatásokban való részvétel a *BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén*, amely jó alapot képez arra, hogy a magyarországi hídépítési alkalmazások is meginduljanak a közeli jövőben.

A szálerősítésű polimerek másik alkalmazási lehetősége a vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek külső megerősítése, amelyre vonatkozóan már gazdag gyakorlati tapasztalattal rendelkezünk, hazánkban is. Ilyen (többségében szénszálas megerősítő szalagokat felhasználó) alkalmazásokat találhatunk födémek megerősítésére (teherbírás növelésnél és új áttörésnél), vasbeton gerendák hajlítási és nyírási megerősítésére (teherbírás növelésnél vagy a statikai váz megváltozása miatt), függőfolyosók megerősítésére, vasbeton siló peremgyűrűjének megerősítésére, előregyártott előfeszített hídgerendák megerősítésére (Budapest, Körmend, M5 autópálya, stb.), tűz hatására részlegesen károsodott vasbeton tartó megerősítésére, stb.

A szénszálas megerősítő anyagokat hazánkban több cég is forgalmazza több mint egy évtizede, és az alkalmazástechnológiában jártas kivitelezők segítik e gyors és kis helyigényű, viszonylag könnyen elhelyezhető utólagos megerősítési megoldások további sikeres alkalmazását.

Látszóbeton alkalmazása

Vannak helyzetek, amikor a szerkezeti vasbeton szem elől el nem takart felületét igen szépen, művészi ízléssel, különös esztétikával kell elkészíteni. Példa erre a budapesti 4. sz. metró állomásainak napjainkban folyó építése. A beton látszó felülete lehet sík vagy dombor-mintás, fehér vagy színes stb. A látszóbeton felülete szempontjából kiemelt fontosságú a zsaluhéj, annak anyaga (pl. fa, fém, műanyag) és állapota, de nagy jelentőségű a friss beton összetétele (beleértve az adalékszereket is), konzisztenciája, a formaleválasztó és annak vastagsága, a betonbedolgozás módja, a betontakarás, a környezeti hatások, kivitelezéskor a megfelelő látszóbeton-kellékek használata és a munkaerő fegyelmezettsége is. A látszóbeton felületeket német irányelv szerint a textúra, a pórus-szerkezet, a színeltérés, a simaság, a munka- és zsaluhéj-hézagok, a zsaluhéj állapot, a próbafelület készítés alapján szokták osztályozni. Tapasztalat, hogy szép látszóbeton felületet F4 konzisztencia osztályba illő (terülési mértéke 510-550 mm), nagyon szép látszóbeton felületet F5 konzisztencia osztályú (terülési mértéke 560-620 mm) betonnal lehet készíteni.

Nagyszilárdságú és ultra nagyszilárdságú beton

Az MSZ EN 206-1:2002 szabvány szerint *nagyszilárdságú a beton*, ha C55/67 – C100/115 nyomószilárdsági osztályú közönséges beton és nehézbeton, vagy LC55/60 – LC80/88 nyomószilárdsági osztályú könnyűbeton. A gyakorlatban nagyszilárdságúnak nevezik a betont, ha a nyomószilárdsága 60 – 130 N/mm^2 között van. Hagyománya nem régi, Németországban 1945-ben 60 N/mm^2, 1954-ben 75 N/mm^2, 1966-ban 140 N/mm^2 nyomószilárdságú betont készítettek. Magyarországon, az *Építéstudományi Intézetben*, az 1950-es évek elején a tübbing-gyártáshoz végeztek autoklávolt, illetve vákuumozott nagyszilárdságú betonokkal kísérleteket, és 100 N/mm^2 nyomószilárdságot értek el. Építéshelyi előállítása a naftalin-, majd a melamin-formaldehid-szulfonát bázisú folyósítószerek és a szilikapor alkalmazásával az 1970-es években vált lehetővé. Az öt-komponenses rendszer alkotói a cement, víz, adalékanyag, adalékszer és kiegészítőanyag. Napjainkban szilikaporral és szulfonált-vinilkopolimer, ill. polikarboxilat bázisú szuper-folyósítószerekkel 0,25 alatti víz-kötőanyag (módosított víz-cement) tényezőjű, folyós konzisztenciájú, nagyszilárdságú betonok 150 N/mm^2 nyomószilárdságig megfelelő szakértelem mellett biztonsággal előállíthatók. Nagyszilárdságú beton előállítására 400 – 500 kg/m^3 adagolás mellett 105 N/mm^2 nyomószilárdságig leginkább a CEM I 42,5 R jelű portlandcement, 105 N/mm^2 nyomószilárdság felett a CEM I 52,5 R jelű portlandcement alkalmazása ajánlott. Magyarországon például néhány évvel ezelőtt zúzottköves betonkeverékek és néhány kisebb szerkezet készítése során, ipari méretekben és ismételhető módon, 28 napos korban 130 N/mm^2 nyomószilárdságot mértek.

Ultra nagy szilárdságúnak nevezzük a betont, ha tapasztalati jellemző értéke legalább mintegy 10 %-kal nagyobb, mint az MSZ EN 206-1:2002, illetve MSZ 4798-1:2004 szabvány szerinti C100/115 nyomószilárdsági osztályú közönséges beton és nehézbeton, vagy LC80/88 nyomószilárdsági osztályú könnyűbeton nyomószilárdságának előírt jellemző értéke. Átlagos nyomószilárdsága általában legalább 150 N/mm^2, és elérheti a 250, esetleg 300 N/mm^2 értéket. Ultra nagy, mintegy 200 N/mm^2 nyomószilárdságú betont először több mint 25 évvel ezelőtt a Dániában gyártottak. A Franciaországban 15 évvel ezelőtt kifejlesztett szálerősítésű ultra nagy szilárdságú betonnak két változata van: az egyik a 0,6 mm legnagyobb szemnagyságú finombeton; a másik a 6 – 8 mm legnagyobb szemnagyságú, nagyszilárdságú zúzott égetett bauxit adalékanyagú beton, amelyet CEM I típusú cementtel és szilikaporral összekeverve gyártanak és szállítanak. Amíg mai *finom adalékanyagú* ultra nagy szilárdságú betonok legnagyobb szemnagysága $\leq$ 1 mm, általában legfeljebb 0,5 mm, addig a *durva adalékanyagú* ultra nagy szilárdságú betonok adalékanyagának legnagyobb szemnagysága $>$ 1 mm, általában 8 vagy 16 mm. Az ultra nagy szilárdságú betonok általában 0,20 körüli víz-kötőanyag tényezővel és szilikaporral készülnek. A cementtartalom mintegy 800 kg/m^3, a szilikapor adagolás a cementre vett legfeljebb 11,0 tömeg%. Az első német előfeszített

monolit vasbetonhíd finom adalékanyagú, ultra nagy szilárdságú betonból (nyomószilárdságának jellemző értéke 165 N/mm^2) 2004-ben épült, melyet azután több is követett (legnagyobb fesztávolság 132 m). Hazánkban az ultra nagy szilárdságú beton tulajdonságainak megismerése kísérleti stádiumban van.

Habbeton, habcement fejlesztés

A habbeton (az elnevezés szinonimája a habcement) a sejtbetonok egyik fajtája, amelynek legfeljebb 2 mm átmérőjű, zárt sejtekből álló sejtszerkezetét habképzőszerrel állítják elő. Ennek a könnyűbeton-féleségnek a kötőanyaga habosított cementpép, adalékanyaga homok, pernye, kohósalak, duzzasztott agyagkavics, duzzasztott perlit, polisztirol, de sokszor készül adalékanyag nélkül is. Alkalmazása az utóbbi tíz évben hazánkban is reneszánszát éli.

A habbetonból többnyire természetes szilárdítású, monolit hőszigetelő rétegek készülnek, de készíthetők belőle előregyártott elemek, illetve használható az üreges elemek kitöltő-anyagaként is. Alkalmazzák fagyálló és hőszigetelő kiegyenlítő, feltöltő rétegként födémeken és lapostetőkön (lejtést adó rétegként is), aljzat rétegként ipari csarnokokban és sportcsarnokokban, istállókban, alap és teherhordó rétegként az út-, híd- és egyéb mélyépítésben. A friss habbeton konzisztenciájánál fogva alkalmas üregek, felhagyott csatornák, pincék, föld alatti tartályok kiöntésére, csövek injektálására. A megszilárdult habbeton terhelés hatására nem tömörödik, ezért utak alatti közműárkok betemetésére is használják.

A habbeton tulajdonságai az összetételtől függnek, amelyet az alkalmazási célnak megfelelően kell megválasztani. A habbeton testsűrűsége 300–600 (1800) kg/m^3, nyomószilárdsága 0,1–5,0 (15,0) N/mm^2, hővezetési tényezője 0,09–0,18 (0,65) W/mK, ahol a zárójeles értékek inkább egy könnyített habarcs, mint a szó szoros értelmében vett habbeton felső kategória-határai.

Betonútépítés

1975 után az utak burkolataként betont nem alkalmaztak csak aszfaltot. Ennek fő oka volt, hogy az 1960-as években a Magyarországi utak téli fenntartásánál bevezették a jégolvasztó sózást.

A betonburkolatok építésének legújabb fejezete a közelmúltban kezdődött azzal, hogy az M0 autópálya 29+500 – 42+200 km szakasza betonburkolattal épült meg, és 2005. évben forgalomba helyezték. Ennek előzménye, hogy 1994. évben a Kecskeméti Útügyi Napok fő témája az aszfaltok nyomvályúsodása volt. *Dr. Liptay András* ott tartott előadásában bemutatta, hogy a nyári nagy meleg periódusok – a 15 éves meteorológiai mérési eredmények feldolgozása alapján – egyértelműen bizonyították a hőmérséklet fokozatos emelkedését. Az adatok alapján egyértelműen bizonyítani lehetett, hogy a nagy és erős forgalmi terhelésű utakon az aszfaltok nyomvályúsodásának elkerülése a betonburkolatok alkalmazását szükségessé teszi. Ezt 1994. évtől kezdve többen és többször is elmondták és leírták. 10 év alatt változott csak meg a szakemberek, illetve a döntést felvállaló vezetők véleménye annyira, hogy az M0 autópályán betonburkolat építését rendelték el.

Ezt követően a 42+200 – 68+700 km szelvények közötti M0 autópálya szakaszokon és az M0 autópálya 9+400 – 12+500 km szelvények közötti szakaszán, valamint az M6 autópálya 14+000 – 22+336 km közötti szakaszán is 2008. év végére elkészült a betonburkolatú pálya. Jelenleg tehát a betonburkolatú autópálya szakaszok hossza 50,6 km.

A beton útburkolatokat csúszózsalus (*12. ábra*) és formasínes betonozással építik. A nagy forgalmi terhelésű pályaburkolatok betonjának nyomószilárdsági osztálya C30/37, cementtartalma legalább 350 kg/m^3, készítéskori víz-cement tényezője ≤ 0,43, a durva adalékanyagban a zúzottkő részaránya legalább 50 tömeg%. A beton útburkolatok állapotát friss betonba adalékszerrel bevitt légbuborékokkal védik a téli fagy- és olvasztósó-hatástól.

12. ábra: Beton pályaburkolat építése csúszózsalus módszerrel

Az ÚT 2-3.201 útügyi műszaki előírást 2000 évben adták ki, amely az MSZ 07-3212:1981 számú, beton pályaburkolatok tárgyú ágazati szabványt váltotta fel. Ebben már kutatásokkal bizonyított eredményeket a követelmények megfogalmazásánál teljes mértékben figyelembe vették. Ezt az útügyi műszaki előírást 2006 évben dolgozták át és adták ki újból, mivel időközben 2005 évben megjelent az MSZ EN 13877-1 szabvány a betonburkolat anyagairól, az MSZ EN 13877-2 szabvány a rendeltetésnek megfelelő követelményekről és az MSZ EN 13877-3 szabvány a teherátadó acélbetétekről. A betonburkolatokra vonatkozó három európai szabvány olyan keretszabványnak tekinthető, mely az előírt követelmények széles skálája közül a választást a felhasználóra, vagy az alkalmazóra bízza, vagy azt írja elő, hogy a helyileg érvényes előírásnak megfelelően kell eljárni. A Magyarországon alkalmazni szükséges követelményeket ezért meg kellett fogalmazni, és ezt az átdolgozott ÚT 2-3.201:2006 útügyi műszaki előírásban adták meg.

Az ÚT 2-3.201:2000 és az azt felváltó ÚT 2-3.201:2006 útügyi műszaki előírásban is lehetőséget biztosítottak a betonburkolat két rétegben történő építésére is, mert ezzel lehetőség nyílik a jelenleg legjobb típusú burkolat készítésére, melynek felső finom szemnagyságú betonját a bedolgozást követően kötéskésleltetővel permetezik, és másnap a meg nem kötött cementhabarcsot vizes sepréssel eltávolítják. Ezáltal érdes felületet kapnak, és a gördülési zajhatás ezen a felületen a legkisebb.

Előkészítés alatt áll a szigetelés és aszfaltburkolat nélküli, nagyteljesítőképességű betonból készülő híd-felszerkezetek tervezésének és építésének szabályozása. A hídon átvezetett beton útburkolat a híd tartószerkezetének része, ezért betonacél vasalást kap. A hídon átvezetett vasbeton útburkolat betonjának nyomószilárdsági osztálya C50/60, vízzárósági osztálya XV3(H)-MSZ 4798-1:2004 (a vízbehatolás mélysége 72 órán át tartó 5 bar víznyomás hatására legfeljebb 20 mm).

Cement választék bővülése

Az európai termék és vizsgálati szabványok hazai bevezetésében élenjárt a cementipar, és ezzel nagymértékben hozzájárult a hazai betontechnológia fejlődéséhez. A hosszas előkészítés után megszületett EN 197-1:2000 európai cement termékszabványt Magyarország még az évben átvette (MSZ EN 197-1:2000). E szabvány által leírt cementfajták döntő többségét az európai országok addig alkalmazott nemzeti szabványai összetételi-szilárdsági paramétereit tekintve kisebb-nagyobb eltéréssel már évtizedek óta tartalmazták, hagyományosan kipróbáltnak tekintették. A szabvány célja, hogy az általános felhasználású cementekre vonatkozóan (27 különböző cementtípus) egységesen meghatározza az összetételt, a követelményeket és a megfelelőségi feltételeket. Meghatározza az alkotórészekkel szemben támasztott követelményeket, valamint azokat az arányokat, amelyeket be kell tartani az alkotórészek keverésekor. Ezeknek a cementeknek a szilárdulása elsősorban a kalcium-

szilikátok hidratációjától függ. A különleges tulajdonságú általános vagy speciális felhasználású cementekre vonatkozó előírások más, már életbe lépett, vagy még kidolgozás alatt lévő európai szabványokban, illetve közös megegyezés hiányában a különböző nemzeti szabványokban szerepelnek (lásd pl. a szulfátálló cementek MSZ 4737-1:2002 szabványát).

A cementeket az építmények fajtájától és a környezeti hatásoktól függő tartóssági követelmények figyelembevételével, az alkalmazás helyszínén érvényes egyéb építési szabványok és előírások szerint kell kiválasztani.

Az EN 197-1:2000 szabvány megteremtette az egységes feltételeket a kiegészítőanyag tartalmú összetett cementek gyártásához, amely során egyébként ipari hulladékként kezelendő anyagok válnak hasznosíthatóvá (granulált kohósalak, pernye), szabályozottan csökkenthető a cementek klinkertartalma és ezáltal a cementgyártás során kibocsátott füstgáz mennyisége. A jelenleg Magyarországon gyártott cementtípusok egy részét hasonló paraméterekkel korábban is gyártották.

A nemzetközi gyakorlatban az összetett cementek gyártása történhet együtt őrléssel, vagy külön őrléssel, a magyar cementgyárakban csak az együttőrlés technológiai lehetőségei adottak.

Az egyre tudatosabb, igényesebb felhasználói elvárások, valamint a cementgyártók technológiai fejlesztései vezettek el oda, hogy a cementek átlagos fajlagos felülete az 1997-es 306 m^2/kg-ról napjainkra 370-380 m^2/kg értékre növekedett. A nagyobb fajlagos felület értékek lehetővé tették egyes cementtípusok magasabb szilárdsági osztályba való sorolását, kibővítve ezáltal a felhasználási területüket, adott esetben a felhasználandó mennyiség csökkentését.

A hazai termékpalettán az új szabvány bevezetése után jelentek meg új cementtípusok, amelyek közül egyeseket kedvező tulajdonságaik miatt célirányosan lehetett alkalmazni különleges előírások teljesítéséhez. Ilyenek a közel 10 év óta gyártott CEM III típusú kohósalakcementek.

A nagy kiegészítőanyag tartalmú cementek megjelenését és elterjedését a hazai gyakorlatban részben a külföldi beruházók által megkövetelt elvárások teljesíthetősége, részben a jelentősebb nagyberuházások különleges igényeinek kielégíthetősége tette szükségszerűvé. Ez egy hosszan tartó, jelenleg is zajló tanulási folyamat eredménye, amelyet a hazai szakemberek részben külföldi tapasztalat-gyakorlat, részben az egyre elmélyültebb hazai tapasztalat alapján elértek.

A CEM III/A 32,5 N kohósalakcement mérsékelt kezdőszilárdságú, jelentős utószilárdulású, kis hőfejlesztésű cement. Szulfátállósága jelentős, zsugorodási és repedési hajlama csekély. Egyike a legtöbb kloridiont megkötő cementeknek, ezért alkalmazása olvasztósó hatásának kitett vasbetonszerkezetek készítéséhez mind természetes szilárdítás, mind gőzölés esetén különösen előnyös. A hazai gyártású, MSZ EN 197-1 szerinti CEM III/B 32,5 N kohósalakcement megfelel az MSZ 4737-1 szabványban előírt szulfátállósági követelménynek is, tehát viselheti a CEM III/B 32,5 N-S jelet is. A CEM III/B 32,5 N-S kohósalakcement kis kezdőszilárdságú, nagy végszilárdulású, kis hőfejlesztésű cement. Szulfátállósága jelentős, zsugorodási és repedési hajlama csekély. Javasolható erősen agresszív szulfáthatásnak kitett, XA3 környezeti osztályú szerkezetek (MSZ 4798-1:2004) betonozásához, tömegbetonok és vízépítési betonok készítéséhez.

A cementgyártók által végrehajtott technológiai fejlesztések, a bevezetett szigorú minőségbiztosítási rendszerek betartása-betartatása megteremtette a feltételeit a nagyon alacsony szórású paraméterekkel gyártott cementtípusok egyre szélesedő felhasználási területen való célirányos alkalmazhatóságának. A régebben elsődlegesen a szilárdságon alapuló felhasználási gyakorlatot nehezen, lassan, de biztosan a tartósság előtérbe helyezése váltja fel, komoly hangsúlyt fektetve az egyéb speciális elvárásokra is (beton környezeti osztályok előírásai). Az MSZ 4798-1:2004 betonszabvány alapján a beton tervezésénél a

teljesítőképesség az elsődleges (tartósság + szilárdság), meghatározva az elvárható minimális élettartamot is.

Így valósulhat(nak)tak meg olyan beruházások, mint a szegedi, bőcsi, csepeli szennyvíztelepek, a 4. sz. metró, Duna-hidak, kőröshegyi völgyhíd, M0 autópálya keleti szektor, melyek részben vagy egészben (nagy)kiegészítőanyag tartalmú cementek felhasználásával épültek. A kiegészítőanyag tartalmú cementek egyre szélesebb körű speciális felhasználhatóságához nagymértékben hozzájárult e termékek tulajdonságainak (alacsony hőfejlesztés, jelentős utószilárdulás, könnyebb bedolgozhatóság) tudatos kihasználása, az új generációs adalékszerek egyre nagyobb arányú elterjedése, a betongyártás minőségi javulása (automatikus gyártásszabályozás, alapanyagok minőségének-mennyiségének folyamatos ellenőrzése), és nem utolsó sorban az egyre szélesebb körben elterjedő szemléletváltás, megszüntetve a tiszta portlandcementek felhasználásának hegemóniáját.

Szilikapor alkalmazása

A nagyszilárdságú és az ultra nagy szilárdságú betonok készítését a gyakorlatban lényegében a szilikapor (mikroszilika) puccolános tulajdonságának felismerése tette lehetővé. A szilikapor legalább 85 tömeg% amorf szilícium-dioxidot tartalmaz, a szemek gömb alakúak, átlagos szemnagyságuk mintegy 0,1 – 0,3 μm, és így lényegében két nagyságrenddel kisebbek, mint a cement szemek. A szilikapor BET szerinti fajlagos felülete legalább 15 m^2/g. A szilikapor a cement hidratációja során keletkező kalcium-hidroxiddal reakcióba lép, amely reakció kalcium-szilikát-hidrátok képződésére vezet. Az ebből adódó szilárdság-növekmény általában 5-7 nap múlva jelentkezik. A szilikapor finomsága, pórus kitöltő képessége és puccolános szilárdulása folytán nagyon tömör és nagyon nagy szilárdságú betonok készíthetők. A szilikapor javítja a beton szulfát- és kloridállóságát, csökkenti a beton vízáteresztő-képességét, növeli a beton tapadóképességét az acélbetétekhez és az alapréteghez. A nagy testsűrűség, nyomószilárdság, rugalmassági modulus, és a viszonylag kis kúszás növeli a beton ridegségét és repedés érzékenységét. A szövetszerkezet szívóssá tehető, a repedésérzékenység csökkenthető, ha a szilikaporos betonhoz erősítő szálat keverünk. A mikroszilika nem csak por alakban (szilikapor), hanem jobb kezelhetősége érdekében vizes szuszpenzió és sűrítmény alakjában is forgalomba kerül.

A szilikapornál (mikroszilikánál) is finomabb a *nanoszilika.* Szilícium-dioxid tartalma 100 tömeg%, átlagos szemnagysága mintegy 15 nm (~0,015 μm). *BET* szerinti fajlagos felülete mintegy 180 – 230 m^2/g, tehát a szilikaporénak mintegy tízszerese. A betontechnológiában vizes kolloid oldat alakjában MSZ EN 934-2:2002 szerinti stabilizáló adalékszerként alkalmazzák, amelynek nanoszilika tartalma mintegy 40 tömeg%. Fő alkalmazási területe a tartós, nagyszilárdságú, vízzáró, agresszív hatásoknak ellenálló betonok készítése.

Adalékszerek hatékonyságának növekedése

Mind a friss, mind a megszilárdult beton tulajdonságai különleges rendeltetésű építőipari vegyi anyagokkal, ún. adalékszerekkel befolyásolhatók. Alkalmazásuk a korszerű betontechnológiában elkerülhetetlen, és ezzel lassan általánossá válik a hagyományos három-komponenses rendszert felváltó öt-komponenses betonösszetétel elterjedése, amelynek alkotói a cement, víz, adalékanyag, adalékszer és kiegészítőanyag.

Az utóbbi idők fejlesztései közül kiemelendők a szulfonált-vinilkopolimer bázisú folyósítószerek (az első alkalmazás éve: 1990) és a polikarboxilat bázisú folyósítószerek (az első alkalmazás éve: 2000), amelyeket szuper-folyósítószernek is neveznek. A szulfonált-vinilkopolimer bázisú folyósítószer a nagy-teljesítőképességű, nagyszilárdságú, nagytömörségű betonok folyósítószere. Várható vízcsökkentő hatása 20-35 %. A polikarboxilat bázisú folyósítószer az öntömörödő betonok speciális adalékszere. Alkalmazásával a beton víz-kötőanyag tényezője különleges esetekben akár 0,22-nál is kisebb

lehet, ami az ultra nagy szilárdságú beton készítésének egyik lehetséges fontos feltétele. A nagy-teljesítőképességű, nagyszilárdságú betonok előállítására szilikaporból és szuperfolyósítószerből álló poralakú kompozitok is beszerezhetők.

Újdonságot jelentenek a lőttbetonokhoz kifejlesztett kötésgyorsító, konzisztencia szabályozó és tapadást javító adalékszerek (MSZ EN 934-5:2008), amelyeket mind követelményeiben, mind hatásában meg kell különböztetni a hasonló elnevezésű egyéb adalékszerektől. A kötésgyorsító adalékszer nagyon korai kötést biztosít (kötési idő kezdete $\leq$ 10 perc), ezzel a visszahullási veszteséget csökkenti. A konzisztencia szabályozó adalékszer hosszú hatású (a keverék konzisztencia mérőszáma az adalékszer hozzáadása után 6 órával az eredetinek legalább a 80 %-a), és általában a szintén lőttbetonokhoz való kötésgyorsító adalékszerrel kombinálva használják. A tapadásjavító adalékszer a rétegek közötti, 28 napos korban mért tapadószilárdságot legalább 25 %-kal növeli.

Adalékanyagként újrahasznosított bontási és építési hulladék

Magyarországon jelentős mennyiségű, általában nem veszélyes építési, bontási és építőanyag-gyártási hulladék (elsősorban beton és tégla hulladék) keletkezik, amelynek betonadalékanyagként történő újrahasznosítását a környezetvédelemre tekintettel is elő kell mozdítani. Jó minőségű újrahasznosított adalékanyag előállításához nélkülözhetetlen az elkülönített (szelektív) bontás és a mechanikai előkészítés telepített üzemben, vagy mobil berendezéssel. Az építőanyag-fajtánként elkülönített hulladékot több fokozatban megfelelő szemnagyságúra kell törni, közben az idegen anyagoktól, vasbeton, illetve feszített vasbeton esetén a betonacéltól, illetve feszítőhuzaltól és pászmától meg kell tisztítani, majd frakciókra kell bontani, ha megoldható, akkor vizes osztályozással. A frakciókat elkülönítetten kell tárolni és szállítani. A bontott beton és tégla hulladék adalékanyagkénti hasznosíthatósága összetételétől, tisztaságától, testsűrűségétől, szilárdsági, időállósági, hidrotechnikai és szemszerkezeti tulajdonságaitól függ.

Az újrahasznosított adalékanyag követelményeit és a felhasználás feltételeit – az *Épületfenntartási K+F Alapítvány* (*dr. Biró Kálmán* és *Somogyi Gábor* okl. mérnökök) hathatós közreműködésével – a közelmúltban két szabályzatban is megfogalmazták:

- A *fib (Nemzetközi Betonszövetség) Magyar Tagozatának* (elnök: *dr. Balázs L. György* egyetemi tanár, tanszékvezető) 20 fős munkabizottsága dolgozta ki a „Betonkészítés bontási, építési és építőanyag-gyártási hulladék újrahasznosításával" című, BV-MI 01:2005 számú Beton- és Vasbetonépítési Műszaki Irányelvet, amely a *Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium* hulladékgazdálkodási és technológiai főosztályvezetőjének ajánlásával jelent meg. A műszaki irányelv tárgya a bontási, építési és építőanyag-gyártási beton és tégla hulladékok betonadalékanyagként való alkalmazása, és az ezek felhasználásával — az MSZ 4798-1:2004 szerinti betonoknak megfelelő minőségben — készített betonkeverékek és betontermékek (*13. ábra*) műszaki feltételei, teljesítőképessége, megfelelősége és alkalmazása.

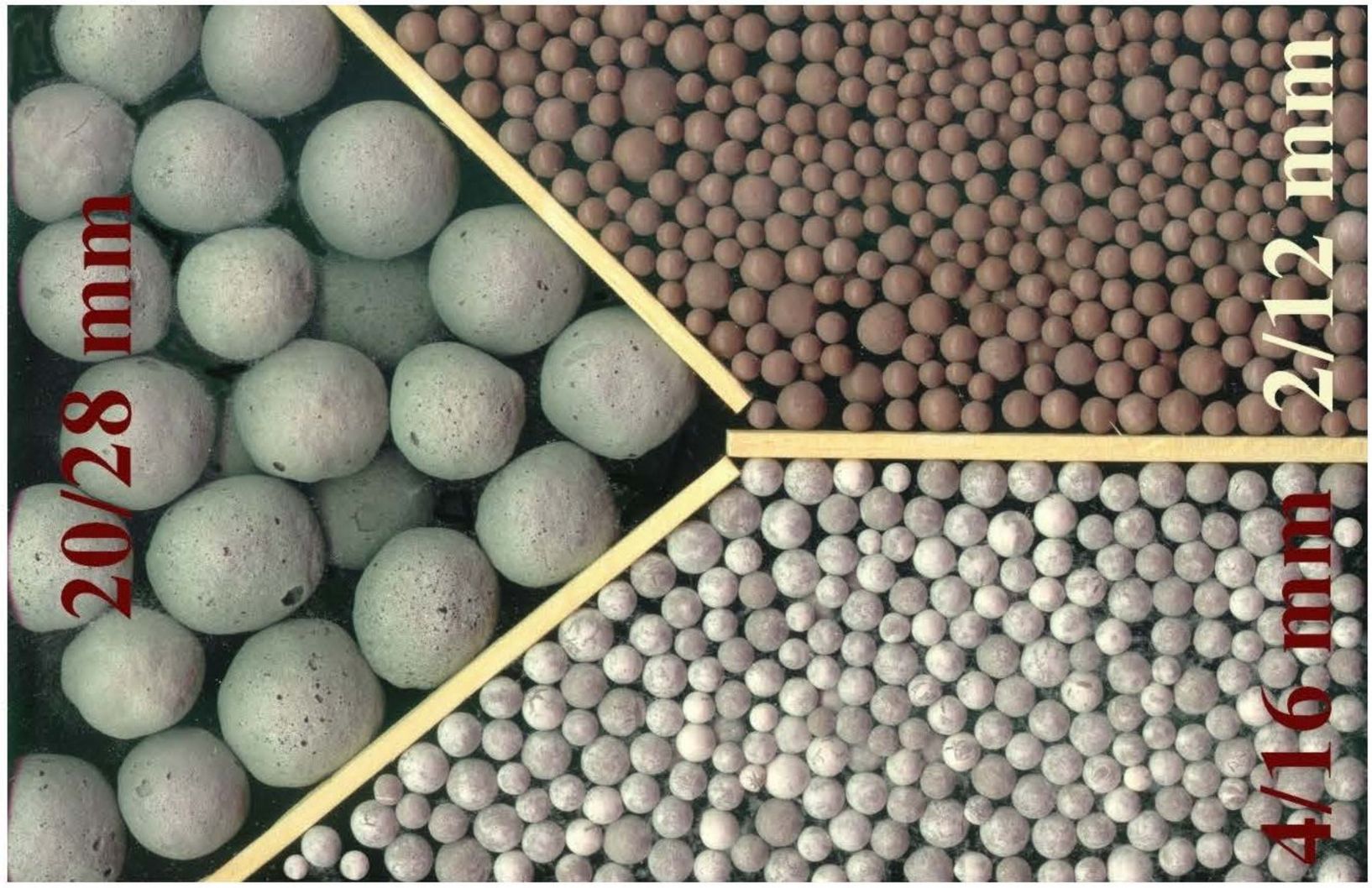
- Az ÚT 2-3.710:2008 „Útbeton betonhulladék újrahasznosításával" című útügyi műszaki előírás a *Magyar Útügyi Társaság* négytagú szakbizottságának (vezető: *dr. Schváb János,* tagok: *Somogyi Gábor, Hikisch Lóránt, dr. Kausay Tibor* okl. építőmérnökök) munkája. Az útügyi műszaki előírás az útbetonok készítéséhez alkalmas bontási és építési betonhulladék tulajdonságával, az újrahasznosított adalékanyagú útbetonok gyártásának és alkalmazásának műszaki feltételeivel foglalkozik.

Az újrahasznosított adalékanyagú beton az újrahasznosított adalékanyag minőségének és részarányának, valamint az építési célnak a függvényében C8/10 – C50/60 nyomószilárdsági osztályú közönséges beton, vagy LC8/9 – LC25/28 nyomószilárdsági osztályú könnyűbeton.

13. ábra: Bontási hulladék adalékanyagú zsaluzóelemek a *Kiss és Társa Budafoki Építőipari és Szolgáltató Kft.* (ügyvezető igazgató: *Kiss Pál Béla*) budafoki gyártótelepén

Habüvegkavics könnyűbeton adalékanyag

Hazánkban, az utolsó 15 évben, kiterjedt kutató-fejlesztő munka eredményeként egy új könnyű adalékanyag, az üveg hulladékból előállított habüvegkavics (duzzasztott üvegkavics) ipari méretű gyártását kezdték el, amely szerkezeti könnyűbeton készítésére alkalmas. A szemek testsűrűsége 450-1700 kg/m^3, önszilárdsága 0,2-14,0 N/mm^2, halmazsűrűsége igény szerint 250-1100 kg/m^3, és vízfelvevő képessége is változtatható 0,4 – 50,0 tömeg% között. Szemnagysága 2 - 28 mm (*14. ábra*). A felhasználásával készített könnyűbeton testsűrűsége 1400-2000 kg/m^3, nyomószilárdsága 20-55 N/mm^2 között állítható be. A habüveg könnyűbetont előnyösen alkalmazzák épületek utólagos esztétikus hőszigetelésére, padlófűtés alá lépésálló hő- és hangszigetelésre, tetőterek könnyített betonbeépítésénél hő- és hangszigetelésre, közúti felüljárók és autóutak felfagyás elleni szigetelőanyagaként, nagy fesztávú csarnokok födémkönnyítő- és hőszigetelő adalékanyagaként, 1400 °C-on tűzálló rendszer kialakítására, panel-, blokkrendszerű építési rendszerek egyidejű hő- és hangszigetelésére, továbbá könnyűbeton építőelemek, könnyű álmennyezetek, zajárnyékoló falak készítésére.



14. ábra: Duzzasztott üvegkavics könnyű adalékanyag

Szabályozás

Az EN 206-1:2000 új európai betonszabvány hazánkban 2002-ben lépett érvényre (MSZ EN 206-1), majd 2004-ben nemzeti alkalmazási dokumentummal (NAD) bővült (MSZ 4798-1). E szabványok az Eurocode 2, illetve Eurocode 4 európai szabványsorozat szerint tervezett beton, vasbeton, ill. feszített vasbeton szerkezetek megvalósításához szükséges tartós betonok követelményrendszerét és műszaki feltételeit határozzák meg. Az új európai betonszabvány és az európai betonos vizsgálati szabványok érvényre emelését követően a régi nemzeti betonszabványok nagy részét (pl. MSZ 4719:1982, MSZ 4720-1:1979, MSZ 4720 2:1980 és MSZ 4720-3:1980) – beleértve a vizsgálati szabványokat is – fokozatosan visszavonták, és ez volt a sorsa a betonösszetevők termék és vizsgálati szabványainak is. Ez mind a mai napig meg nem oldott nehézséget jelent, több szempontból is.

Az európai betonszabvány érvénye viszonylag korlátozott (pl. több szakterületre nem vonatkozik, a 100 év használati élettartamú betonok műszaki feltételeit nem tartalmazza, az éghajlati körülményeket nem veszi figyelembe, a beton átadás-átvétel feltételeit nem tárgyalja stb.), a megfelelőség – meg nem felelőség kérdésében részrehajló.

Az európai szabványok az egységes piac szempontjait képviselik, és a sajátos nemzeti műszaki, tartóssági, biztonsági szempontokat háttérbe szorítják. Megoldatlan a többszintű szabályozás kérdése, holott a nemzeti műszaki előírások és irányelvek fontos nemzeti szempontokat tükröznek, és alkalmazásuk a nemzet öntevékenysége és önérzete szempontjából is fontos.

Az európai szabványosítást befolyásolnunk elvileg van, gyakorlatilag jóformán semmi lehetőségünk sincs. Ily módon – az építésügyi minisztérium és a szakági kutatóintézetek felszámolása folytán is beszűkült – kutatási tevékenységünk eredményeinek érvényre juttatására igen csekély lehetőség van.

A három nyelvű (Magyarországon angol nyelven honosított) európai szabványok magyar nyelvű kiadása a teljes jogú magyar CEN tagság elnyerése, 2003. január 1 óta rendkívül visszaszorult. A szakmai civil szervezetek igyekeznek a nyelvi nehézségeket áthidalni, és a magyar nyelvű bevezetést elősegíteni, egyelőre szerény sikerrel. Építésügyi Minisztérium hiányában jelentős hatósági segítségre számítani nem lehet. A CE jelölés bevezetésével, és az európai megfelelőségi tanúsítással is hasonló a helyzet. Talán a közelmúltban megmozdult a szakma, és a versenyhelyzet a jövőben ki fogja kényszeríteni a helyzet javulását.

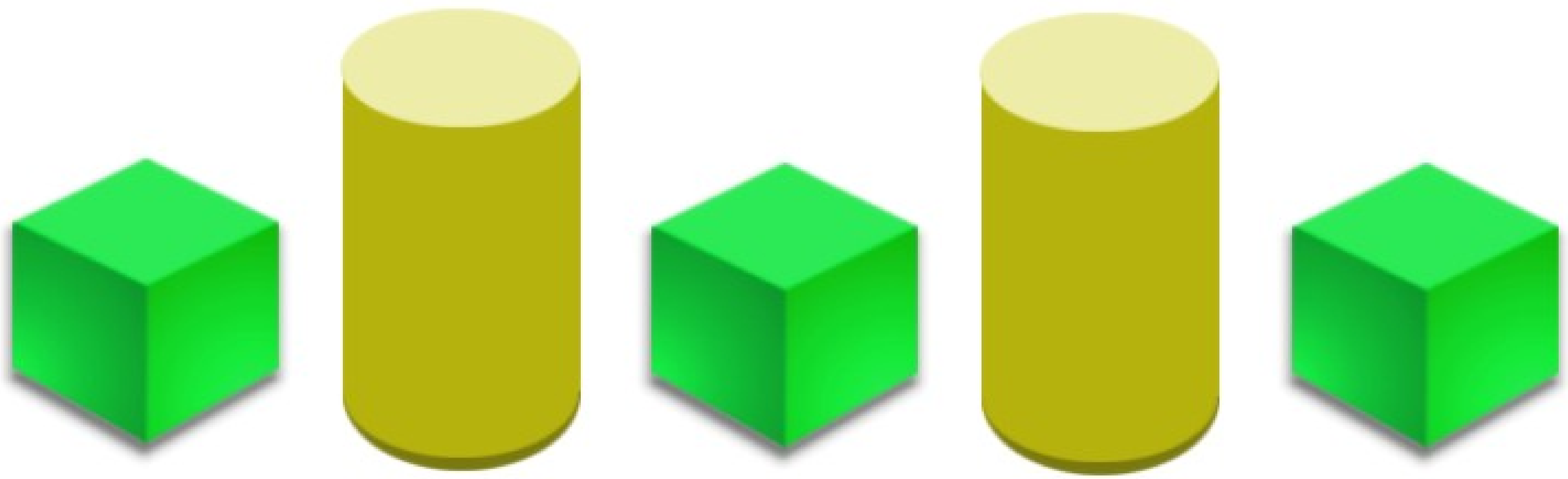
Az európai betonszabványok hathatósabb elterjedésében változás várható majd attól is, ha a tervezők teljes mértékben áttérnek az Eurocode szerinti tervezésre.

Az SZTE Beton Szakosztály tevékenysége

Az SZTE Beton Szakosztály szép számban gyarapodó jogi és egyéni tagjai a kutatás, fejlesztés, oktatás, szakértés, kivitelezés, tervezés, publikálás, szabványosítás stb. területén jelentős mértékben és igen eredményesen művelték a betontechnológiát, elsősorban munkahelyükön, de nem figyelmen kívül hagyható módon a szakosztály keretei között is. Az ismeretterjesztés és az eszmecsere főbb témakörei az utóbbi tíz évben a következők voltak:

2009. február 17.	„Mérnöki szerkezetek" (Teljesítmény-szemlélet – A betontudomány új irányai; Betonadalékszerek – A minőség segédeszközei; Transzportbetonok – Üzemi tanúsítás; Hídépítési betonok – Technológiai fordulat 2001-ben; Északi összekötő vasúti híd – Pillérbetonozási munkálatok; M4 metróvonal – Szent Gellért téri állomás szerkezetépítése; Betonburkolatú utak – Az útépítés új kihívásai; Szabadság híd – Zsugorodásmentes pályalemez; Csepeli szennyvíztisztító – Új szulfátálló cementek alkalmazása) Ankét.
2008. október 14.	„Megjelent a HOLCIM Cement-beton Kisokos 2008" Ankét.
2008. június 23.	Az SZTE Beton Szakosztály tagja volt a Magyar Tudományos Akadémia és a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia tanszék által „Betonszerkezetek tartóssága" címmel rendezett konferencia szervezőbizottságának.
2008. június 6.	A Magyar Betonszövetség az SZTE Beton Szakosztály szakmai támogatásával „A beton látványa" címmel rendezett konferenciát.
2008. április 10.	„Beton tulajdonságai magas hőmérsékleten" Ankét.
2007. november 8.	„Különleges adalékszerek" (Látszóbetonok adalékszerei; Megnövelt hatóidejű folyósítók; Vízzáróság fokozó adalékszer) Ankét.
2007. május 31.	A Magyar Betonszövetség az SZTE Beton Szakosztály szakmai támogatásával „A beton minősége" címmel rendezett konferenciát.
2007. március 29.	„Betonok gyártása, vizsgálata, ellenőrzése és tanúsítása" és „Nem acélanyagú feszítőbetétek" Ankét.
2006. november 21.	„Néhány gondolat a 4. metró állomásainak szerkezeti kialakításáról" és „A beton munkahézag nyírási teherbírása" Ankét.
2006. szeptember 19.	és október 10. „Piacvédelem = Tanúsított minőség (A németországi transzportbeton ipar korábbi és mai gyakorlata)" Tanfolyam.
2006. május 19.	A Magyar Betonszövetség az SZTE Beton Szakosztály szakmai támogatásával „A beton tartóssága" címmel rendezett konferenciát.
2006. április 25.	„Megjelent a Cement-Beton Zsebkönyv 2006" Ankét.
2005. november 24.	„A transzportbeton-gyártás hazai tapasztalatai" és „Az öntömörödő betonok elmélete és kivitelezése" Ankét.
2005. június 2.	Az SZTE Beton Szakosztály a Magyar Betonszövetség mellett társrendezője volt az „Új eljárások, új technológiák alkalmazása a közlekedés építésben" című konferenciának.
2005. május 12.	„A könnyű adalékanyaggal készülő könnyűbetonok aktuális hazai kutatási eredményei, különös tekintettel a hazai fejlesztésű, üveg hulladékból előállított Geofil üveghab-kavics adalékanyagra" Ankét.
2004. szeptember 29.	„Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság tevékenysége, valamint az acél-beton öszvértartó szerkezetű hidak tervezése és kivitelezése" Ankét.
2004. június 8.	Az SZTE Beton Szakosztály társrendezője volt a Magyar Betonszövetség által rendezett „Korszerű betonok a nagy beruházásokban" című konferenciának.
2004. március 25.	„A betonkő burkolatú pályaszerkezetek tervezése és építése tárgyú útügyi műszaki előírás előzményei, tartalma, követelményei" Ankét.

2003. november 20.	„A betontechnológia aktuális kérdései” Ankét.
2002. október 30.	„Az új európai betonszabvány hazai bevezetésének problémái és feladatai” Ankét.
2002. június 4.	Az SZTE Beton Szakosztály társrendezője volt a Magyar Betonszövetség által rendezett „Megfelelőségi feltételek a betongyártásban” című konferenciának.
2001. április 9.	„A betonösszetétel tervezésének elmélete és gyakorlata” Ankét.
2000. május 9.	Az SZTE Beton Szakosztály társrendezője volt a Magyar Betonszövetség által rendezett „Adalékszerek szerepe a beton életében és hatása a beton tartósságára” című konferenciának.
2000. április 11.	„Betontartósság” Ankét.
1999. november 30.	Az SZTE Beton Szakosztály társrendezője volt a Magyar Építőanyagipari Szövetség által rendezett „A födémszerkezetek és a szuperbeton tervezési, megvalósulási problémái, és a vasbeton szerkezetek tűzállósága az EC szerint” című VI. Betonkonferenciának.
1999. október 26.	Az SZTE Beton Szakosztály társrendezője volt a Magyar Betonszövetség által rendezett „Merre tart a világ a betontechnológiai fejlesztésben” című konferenciának.



BETONTECHNOLÓGIA
HORDÓS HULLADÉKTÁROLÓ „KÁRMENTŐ TÁLCA" KÉSZÍTÉSÉHEZ
SZIKRAMENTES ÉS ACÉLHUZAL-SZÁLERŐSÍTÉSŰ BETONBÓL

A BETONTECHNOLÓGIA 1994. JÚLIUS 20-ÁN KÉSZÜLT.

1. Bevezetés

Az Építtető üzemének hordós hulladéktároló tere korszerűsítését határozta el, mert a feldolgozandó hulladékok eredete, fajtája, összetétele bővült. Az átépítésre kerülő hordós hulladéktároló tér mintegy 1000 m^2 nagyságú térburkolata tálcaszerűen kialakított vasalt betonból készül. Az építés tervezett időpontja 1994. augusztus.

A hordós hulladéktároló tér fokozottan tűz- és robbanásveszélyes „A" tűzveszélyességi osztályba tartozik, a hordós pasztaszerű hulladékok - amelyek a térbetont és a tálcát határoló vasbeton szerkezeteket szennyezhetik - heterogén összetételű és konzisztenciájú agresszív anyagok. Ezért a térbetont szikramentes és korrózióálló minőségben kell elkészíteni.

Megjegyzés: Az „A" jelzésű, „fokozottan tűz-és robbanásveszélyes" tűzveszélyességi osztályba tartozik:

a) – az az anyag, amelynek bármely halmazállapotban heves égése, robbanása, indító (iniciáló) gyújtásra, illetve más fizikai, kémiai hatásra bekövetkezhet,

– az a folyadék, olvadék, amelynek zárttéri lobbanáspontja 21°C alatt van, vagy üzemi homérséklete eléri vagy meghaladja a nyílttéri lobbanáspontját,

– az a gáz, gőz, köd, amelynek alsó éghetőségi határértéke a levegõ térfogatához viszonyítva legfeljebb 10%;

b) az a veszélyességi övezet, helyiség, szabadtér, ahol az a) pontban meghatározott tulajdonságú anyagot elõállítják, feldolgozzák, használják, tárolják vagy forgalomba hozzák, és e tevékenység közben az anyagok robbanásveszélyes állapotban fordulnak elő.

E szakvélemény tárgya a szikramentes és korrózióálló beton összetétele. A szakvéleményben a szikramentesség és a korrózióállóság követelményének megfelelő kompromisszumos megoldást, valamint szerkezeti és kivitelezési alternatívát kerestük.

A beton szikramentessége empirikus fogalom, amelyet kísérleti úton szokás meghatározni (*Márta* L. - *Pásztor* R. - *Tevan* Zs.: „Ipari és mezőgazdasági padlóburkolatok minősítése". Építésügyi Minőségellenőrző Intézet kiadványsorozatának 27. sz. füzete. Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest, 1975. pp. 65-66.). Eszerint:

Szikrabiztonság vizsgálata

A szikrabiztonság vizsgálatot robbanásmentes üzemi és raktárépületek padlóburkolatain kell elvégezni. A vizsgálattal azt a tényt kell megállapítani, hogy a padlóburkolathoz ütődő acél szikrát csihol-e vagy sem. A vizsgálatot egy ingás kalapáccsal végezzük, melynek felfüggesztése 1000 mm. Az ingás kalapács feje, melynek a lengő tömege 10000 g, két részből áll, egy fix és egy ehhez csatlakozó mozgó részből. A két részt rugók tartják egymástól távol. A mozgó rész alsó éle 20 mm széles és 200 mm hosszú, 1000 mm ívvel határolt. Anyaga 1,5-1,7 % széntartalmú szerszámacél.

A vizsgálat végzése

A vizsgáló kalapácsot a vizsgálati helyen felállítjuk. Magasságát úgy állítjuk be, hogy függőleges állásban a kalapácsfej mozgó része 5 kg erővel nyomódjék a burkolat felületéhez.

A vizsgálati helyet lokálisan vagy teljes egészében lesötétítjük. A vizsgáló ingás kalapáccsal szemben felállítunk egy fényképezőgépet úgy, hogy annak látómezejében az inga és a padlóburkolat érintkezési felülete teljes egészében benne legyen. A fényképezőgép zárát kinyitjuk. Az ingás kalapács fejét 1,0 m magasból rálendítjük a burkolatra.

Miután a kalapács feje végig súrolta a burkolatot, a fényképezőgép zárát zárjuk. Az exponált filmet előhívva megállapítjuk, hogy a vizsgálat alatt keletkezett-e szikra vagy sem.

Nemleges eredmény esetén a burkolat szikrabiztos.

Egy burkolati szakasz vizsgálatát legalább 5 helyen célszerű elvégezni.

Szikrabiztosnak vagy szikramentesnek tehát azt a betont tekintjük, amelyből szabályozott körülmények között a burkolathoz ütődő, adott tömegű és meghatározott minőségű acélból készített ingás kalapács nem csihol szikrát. Ennek annál nagyobb az esélye, minél kevesebb a beton – elsősorban 4 mm-nél nagyobb szemnagyságú – adalékanyagának kvarc ($Si0_2$) tartalma.

A betontechnológia kialakítása során hasznosítottuk azokat tapasztalatokat, amelyeket 1987 novemberében egy szilárd hulladék anyagtároló bunker betonösszetételének tervezése folyamán szereztünk. A bunker fala C 30 nyomószilárdsági osztályú, kopásálló, repedésmentes, vízzáró, szikramentes betonból készült. Szikramentességet azért kellett biztosítani, hogy a hulladékemelő berendezés acél markolókanala a vasbeton falhoz csapódva ne vessen szikrát, amely tüzet okozhat. A vasbeton bunkerfalon megépítése után hat évvel károsodásnak nyoma nem volt, feladatát kifogástalanul ellátta.

2. Az adalékanyag kiválasztása

Az *1. táblázatban* áttekintést adunk a különböző, betonadalékanyagként alkalmazható hazai építési kőanyagok kémiai összetételéről, és a *2. táblázatban* azok MSZ 18291:1978 szabvány szerinti kőzetmechanikai jellemzőiről.

1. táblázat: Az építési kőanyagok kémiai összetétele. Tájékoztató adatok

Kőanyag megnevezése	SiO_2	CaO	MgO	Izzítási veszteség
	tömeg%			
Kvarckavics	75 - 85	0 - 5	0 - 8	0 - 2
Gránit	60 - 75	0 - 3	0 - 1	0 - 2
Andezit	55 - 65	4 - 10	0 - 4	0 - 4
Bazalt	45 - 55	7 - 11	6 - 10	0 - 4
Dolomit	0 - 1	28 - 32	20 - 24	44 - 48
Tömött mészkő	0 - 2	53 - 57	0 - 1	42 - 45

2. táblázat: Az építési kőanyagok kőzetfizikai jellemzői. Tájékoztató adatok

Megnevezés	Testsűrűség kg/m^3	Porozitás térfogat %	Vízfelvétel tömeg %	Nyomószilárdság N/mm^2	Los Angeles aprózódás tömeg %	Kopásállóság szárazon $cm^3/50$ cm	Kőzetfizikai csoport MSZ 18291
Kvarckavics	2600-2800	0 - 2	0 - 1	50 - 100	20 - 25	12 - 20	B
Gránit	2600-2800	2 - 4	0 - 2	75 - 150	15 - 25	6 - 8	A - B
Andezit	2600-2800	3 - 8	2 - 5	100 - 180	15 - 25	12 - 20	A - B
Bazalt	2800-2900	3 - 5	1 - 3	130 - 170	12 - 20	8 - 12	A
Dolomit	2700-2900	1 - 4	1 - 3	50 - 120	15 - 25	12 - 20	A - B
Tömött mészkő	2650-2750	0 - 3	0 - 2	40 - 80	18 - 28	20 - 28	B - C

Az *1. táblázat* rámutat arra, hogy a magas SiO_2 tartalom miatt kvarckavicsból nem szabad szikramentes betont készíteni. Megoldást a zúzottkőbeton alkalmazása hozhat, amelynek adalékanyaga andezit, vagy bazalt, esetleg dolomit lehet. Az andezit és bazalt egyaránt kiömlési kőzet, amelyek közül néhány érv – mint a kisebb SiO_2 tartalom, nagyobb nyomószilárdság, kisebb aprózódás, kopás, porozitás, vízfelvétel, a kedvező útbeton építési tapasztalat – a bazalt mellett szól. Bazalt adalékanyaggal mérsékelten szikramentes beton készíthető.

A dolomit és a tömött mészkő vegyi üledékes kőanyag, SiO_2 tartalmuk elhanyagolhatóan kevés, felhasználásukkal teljesen szikramentes beton állítható elő, kettőjük közül a dolomit rendelkezik jobb kőzetfizikai tulajdonságokkal.

Így voltaképpen a bazaltbeton és a dolomitbeton, *vagy* vegyes alkalmazásuk alternatívájában kell döntést hozni úgy, hogy a legjobb minőségű kőbánya-előfordulások anyagainak tulajdonságai kerüljenek összevetésre. E két kőbánya az uzsai bazaltbánya (Bazalt-Középkő Kőbányák Kft., Uzsa) és a gánti dolomitbánya (Dolomit Kőbányászati Kft., Gánt). A gánti dolomitot illetően megemlítjük, hogy korábbi vizsgálataink szerint a gánti dolomit nem alkáli-karbonát reakció veszélyes anyag, ezért betonkészítéshez felhasználható, és elterjedten használják is. Az uzsai bazalttal szemben a gánti dolomit hátránya a kisebb kémiai ellenállóképesség, előnye a teljes mértékű szikramentesség.

Az uzsai bazalt és a gánti dolomit jellemző tulajdonságait a *3. táblázatban* hasonlítjuk össze.

3. táblázat: Az uzsai bazalt és a gánti dolomit kőzetfizikai csoportja a Los Angeles aprózódás alapján, és kémiai összetétele

Szemnagyság mm	Uzsai bazalt				Gánti dolomit			
	Termék oszt.	Los Angeles aprózódás tömeg %	Kőzetfiz. csoport	Term. ár Ft/to+ÁFA	Termék oszt.	Los Angeles aprózódás tömeg %	Kőzetfiz. csoport	Term. ár. Ft/to+ÁFA
2/ 5	KZ	6 - 11	A	875.-	NZ	20 - 25	B	756.-
5/ 8	KZ	12 - 17	A	870.-				
8/12	KZ	9 - 14	A	950.-				
5/12	KZ	10 - 17	A	M. sz.	UNZ	16 - 21	AA - BB	526.-
12/16	KZ	6 - 11	A	800.-				
16/20	KZ	13 - 18	A	780.-				
12/20	KZ	12 - 16	A	M. sz.	UNZ	16 - 21	AA - BB	526.-
Kémiai összetétel, tömeg %					Kémiai összetétel, tömeg %			
	SiO_2	CaO	MgO	Izz.veszt.	SiO_2	CaO	MgO	Izz.veszt.
	45-50	8 - 11	7-10	2 - 4	0,1	30 - 31	21 - 22	46 - 48

Jelmagyarázat

M. sz. = Megállapodás szerint

A *3. táblázat* alapján megállapíthatjuk, hogy az uzsai bazalt zúzottkő az MSZ 18291:1978 zúzottkő szabvány szerint A-KZ minőségű, a gánti dolomit az MSZ-07-3114:1991 útépítési zúzottkő szabvány szerint BB-NZ minőségű termék. Az utóbbi a Los Angeles aprózódásnál gyengébb Deval aprózódás miatt tartozik a BB kőzetfizikai csoportba.

Az A-KZ minőségű bazalt zúzottkő bármilyen betonhoz felhasználható, a BB-NZ minőségű dolomit zúzottkőből legfeljebb C 35 nyomószilárdsági osztályú beton, de ha az adalékanyagban a részaránya 30 tömeg %-nál kevesebb, akkor akár C 45 nyomószilárdsági osztályú beton is készíthető.

Ez azt jelenti, hogy kőzetfizikai, osztályozási, tisztasági szempontból mind az uzsai bazalt, mind a gánti dolomit alkalmas a hordós hulladéktároló térbetonjának elkészítésére, mert annak beton nyomószilárdsági osztálya legalább C 25 kell, hogy legyen.

Két szempontra kell még felhívni a figyelmet. Az egyik, hogy a KZ termékosztályú zúzottkő frakció kevesebb lemezes és több zömök szemcsét tartalmaz, mint az NZ termékosztályú zúzottkő frakció, ami a beton bedolgozhatósága miatt nem elhanyagolható körülmény, különösen nem akkor – és ez a másik szempont, – amikor a korrózióveszélyre való tekintettel tömör és vz 8 vízzárósági fokozatú betont kell készíteni.

Mindezen szempontok egybevetése alapján alakult ki az a vélemény, hogy a szóban forgó, meglehetősen összetett feladatot legcélszerűbb egy kompromisszumos vegyes-zúzottkő beton készítésével megoldani. Ez alatt azt értjük, hogy

- a szikramentesség követelményének azáltal felelünk meg, hogy a 12/20 mm szemnagyság tartományban dolomit adalékanyagot használunk, mert a szikraképződés veszélye a szemnagyság növekedésével fokozódik, tehát a durva szemeket célszerű nem szikrázó kőanyagból beépíteni,
- a korrózióállóság követelményének azáltal felelünk meg, hogy a 2/12 mm szemnagyság tartományban bazalt adalékanyagot használunk, mert a korrózió veszélye az adalékanyag szemcse nagyobb fajlagos felülete és a porózusabb beton struktúra folytán a finom szemekre nagyobb, mint a durvábbakra, tehát célszerű, ha a közepes szemek és a finom szemek egy része a korróziónak jobban ellenálló kőanyagból áll,
- a bedolgozhatóság követelményének teljesülését egyrészt azzal segítjük elő, hogy a 2/12 mm szemnagyság tartományban zömökebb szemnagyságú, KZ termékosztályú frakciókat használunk, mert ezzel csökkentjük a friss beton belső súrlódását és bedolgozási ellenállását,
- másrészt azzal segítjük elő a bedolgozhatóság követelményének teljesülését, hogy a 0/1 mm szemnagyság tartományban kizárólagosan, az 1/4 mm szemnagyság tartományban részben homokot használunk,
- a vízzáróság követelményének részben azáltal felelünk meg, hogy a szemmegoszlást az MI-04.19:1985 műszaki irányelvben („Beton és vasbeton készítése". Ágazati műszaki irányelv. Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest) meghatározott „B" szemmegoszlási görbét közelítően állítjuk össze,
- a kopásállóság követelményének azzal felelünk meg, hogy a zúzottkő adalékanyag 58 %-nyi mennyiségében a kopás jobban ellenálló uzsai bazaltot használjuk.

Az adalékanyag javasolt összetételét a *4. táblázatban* tüntettük fel.

4. táblázat: Az adalékanyag javasolt összetétele

Adalékanyag frakciók megnevezése	Adalékanyag frakciók részaránya térfogat %
OH 0/1 mm szentendrei homok	30
OH 1/4 mm szentendrei homok	10
KZ 2/5 mm uzsai bazalt	10
KZ 5/12 mm uzsai bazalt	25
UNZ 12/20 mm gánti dolomit	25

3. Betonösszetétel

Trendkapcsolat, hogy a nyomószilárdság növekedésével növekszik a beton kopásállósága és korrózióállósága is. A kopásállóságot tekintve kellő bedolgozás mellett várható, hogy a C 30 minőségű betonnal az MSZ 18294:1986 szerinti „k 8" kopási fokozat esetleg, a „k 10" kopási fokozat biztosan elérhető.

Figyelemmel az adalékanyag 20 mm legnagyobb szemnagyságára is, a transzportbeton tervezett minősége:

C 30 - 20/KK

A C 30 nyomószilárdsági osztályú beton 150 mm méretű, szabványosan tárolt, 28 napos korban vizsgált próbakockáinak nyomószilárdsága az MSZ T EN 206 szabványtervezet fogalmazásában és a feltételektől függően átlagban el kell érje a 40-42 N/mm^2 értéket, és valamennyi próbakocka nyomószilárdsága meg kell haladja a 34-36 N/mm^2 értéket. Az MSZ 4719:1982 „Betonok" szerinti C 30 nyomószilárdsági osztályú beton az MSZ T EN 206 európai szabvány szerinti C 30/37 jelű és az MSZ IS0 3893:1991 nemzetközi szabvány szerinti C 30/35 jelű betonnal konform.

A beton megnevezésében szerepel a konzisztencia jele is. Esetünkben ez KK, azaz kissé képlékeny konzisztencia, amely a következőképpen értelmezhető. A transzportbeton gyárban adalékszer nélküli KK konzisztenciájú betont kell rendelni. Ez száraz adalékanyag esetén várhatóan mintegy 0,38-0,40 értékű víz-cement tényezővel állítható elő.
A KK konzisztenciájú zúzottkőbeton MSZ 4714-3:1986 szerinti terülési mértéke mintegy 33-38 cm. A transzportbetont mixer-gépkocsiban kell az építéshelyre szállítani, ahol a KK konzisztenciájú betont az ipari padlóburkolatok és térbetonok készítéséhez kifejlesztett, a beton korai és végszilárdságára egyaránt kedvezően ható Ravenit BV 77 adalékszerrel kell folyósítani. A Ravenit BV 77 folyósító adalékszert (az osztrák Avenarius GmbH. amstetteni gyárának terméke) a beton cementtartalmára vett 1,2 tömeg % mennyiségben az építéshelyen kell a mixer-gépkocsi dobjába önteni, majd a keverődobot gyorsjáratban 6-7 percig kell forgatni. Ennek hatására az addig KK kissé képlékeny beton F folyós konzisztenciájúvá válik. Utalunk arra, hogy a folyósító adalékszer építéshelyi bekeverése – ha nem vasbeton, hanem Dramix acélhuzal-száladagolású beton készül – együtt végezhető a Dramix szálak építéshelyi bekeverésével, ha az a transzportbeton gyárban megbízható módon nem, vagy a technológia zárt rendszere miatt csak körülményesen végezhető el.

A beton kötőanyaga a korrózióveszélyre való tekintettel bélapátfalvi S-54 350 jelű portlandcement legyen.

Az OH 0/1 és OH 1/4 jelű osztályozott mosott homokot a BVM Szentendrei Gyárában kell beszerezni.

A beton keverését magas műszaki és személyi felkészültségű betongyárban kell elvégeztetni. Erre a feladatra a Lábatlani Vasbetonipari Rt. alkalmas.

A vízzáróság fokozására kiválóan megfelel a SOLSIL márkanevű mikroszilika, amely a Tiszamenti Vegyiművek (Szolnok) terméke. Gyengén hidraulikus tulajdonsága és a cementénél jelentősen nagyobb fajlagos felülete folytán pórustömítő és szilárdság növelő hatású anyag. Hordóban zagy alakban kerül forgalomba. Adagolása a betonadalékanyagra vett 1 tömeg%, azaz esetünkben a zagy szárazanyag tartalmára értelmezett 19 kg/(tömör beton m^3). A zaggyal a betonba bevitt vízmennyiséget a recept szerinti keverővízből le kell vonni. A betonba való bekeverése külön figyelmet igényel, alkalmazására csak gondos előkészítés mellett szabad vállalkozni. Ennek lehetősége felől a betongyárban meg kell bizonyosodni, ezért a SOLSIL mikroszilikát a beton összetételét tartalmazó táblázatban most még nem szerepeltetjük.

A beton összetételét az *5. táblázatban* tüntettük fel.

Információk szerint a 7x15 = 105 m^2 alapterületű segédanyag raktár padló-burkolata is a „kármentő tálca" minőségében készül. Célszerű ennek megépítését a betonösszetétel kipróbálása, a szállítás, a keverés, a bedolgozás, a felületképzés, az utókezelés begyakorlására a hordótároló tér kivitelezését megelőzően elvégezni.

5. táblázat: A beton összetétele

A beton alkotó anyagai	A betonalkotók adagolása	
	liter/(tömör beton m^3)	kg/(tömör beton m^3)
S-54 350 portlandcement, bélapátfalvi	142	455
Víz	180	180
OH 0/1 mm szentendrei homok, 30 térfogat%	197	520
OH 1/4 mm szentendrei homok, 10 térfogat%	65	170
KZ 2/5 mm uzsai bazalt zúzottkő, 10 térfogat%	65	185
KZ 5/12 mm uzsai bazalt zúzottkő, 25 térfogat%	163	465
NZ 12/20 mm gánti dolomit zúzottkő, 25 térfogat%	163	455
Ravenit BV 77 folyósító adalékszer, az építéshelyen a betonba keverve	5	5,5
Levegőtartalom, liter/(tömör beton m^3)	20	
Összesen:	1000	
Friss beton tervezett testsűrűsége, kg/m^3		2435,5

A betonösszetétel 150 mm méretű próbakockákon mérve, 28 napos korban átlag 2438 kg/m^3 testsűrűségű és átlag 44,3 N/mm^2 nyomószilárdságú betont eredményezett.

4. A térbeton szerkezete

A hordós hulladéktároló burkolata tulajdonképpen egy kármentő tálca, amely 0,5 %-os mértékben befelé lejt. A szélén körben felálló perem szegélyezi, amelyen három helyen kialakított rámpán lehet a hordókat szállító targoncával átjutni.

A térbeton a jelenlegi tárolótér bővítésével annak helyén épül meg. Az építészeti műszaki leírás szerint a jelenlegi burkolat felbontásra kerül. Amennyiben annak aljzata minőségileg megfelel, a kívánt szintig visszavésik és szerelőbetonnak használják. Ha a vegyszerek tönkretették, akkor eltávolítása után új szerelőbetont készítenek. Erre a szerelőbetonra kerül a tervezett vegyszerálló, vízzáró, szikramentes betonburkolat.

A tervek szerint a burkolat alsó rétege 15 cm vastag kavicságy, erre kerül 5 cm vastag szerelőbeton, majd erre a 25 cm vastagságú térbeton. A térbetont Ø 12/15/15 cm kiosztású alsó-felső hálóvasalással tervezik ellátni. A tárolótér közepén futó folyóka alatt a térbeton külön vasalást is kap.

A tetőszerkezetet tartó vasbeton oszlop kiosztás 6x6 m-es mezőkre osztja a tárolóteret, amelynek mentén a térbetont dilatálják. A dilatációkba a hulladék anyagok - vagy azok esetleges mosóvizes oldatainak - behatolását megakadályozandó végigmenő tálcaszerű korracél csík bebetonozását tervezik.

Javaslat, hogy a térbeton ne vasbetonból, hanem *Dramix acélhuzal-szálerősítésű betonból* készüljön. Ebben az esetben - a folyóka alatti beton vasalását megtartva - nincs szükség alsó-felső vasháló beépítésére, elmaradna a végigmenő fúgák kialakítása, zsaluzása, a korracél csík bebetonozása. A betont a mixer gépkocsiból közvetlenül a beépítés helyére lehetne engedni.

Ilyen megoldás esetén a végigmenő fugák helyett a betonburkolat egyharmad vastagságának megfelelő 8 cm mély vakhézagok készülnek, amelyeket kb. 2-3 nappal a bedolgozás után kell vizes módszerrel, gyémántkorongos berendezéssel a betonba vágni. A vasbeton oszloptövek előtt a vakhézag Y alakban ketté válik, hogy a két ág a vasbeton oszlopot közrefogja. A betonburkolat nem érhet az oszlophoz, ezért a betonburkolat készítése előtt az oszlop köré polisztirol csíkot kell helyezni.

A vakhézag vágásnál képződött cementiszapot nagynyomású vízsugárral kell a vakhézagból kimosni.

A vakhézagot Palesit Kunststoff 066 fúgatömítővel javasoljuk kiönteni. Alá tapadóhidat kell készíteni, amelynek anyaga Palesit Spezialvoranstrich. Mindkettő az Avenarius GmbH terméke.

A Palesit Kunststoff 066 egy polisulfidkaucsuk bázisú kétkomponensű tartósan rugalmas fúgatömítő anyag, amely víznek, híg kemikáliáknak, benzinnek, ásványolajnak, az időjárási igénybevételeknek ellenáll. A fúgatömítés munkafázisaira a gyártómű ajánlása a mértékadó.

A zsugorodás, hőmozgás hatására a vakhézagok alatt esetleg keletkező, néhány tizedmilliméter tágasságú repedések korlátozásában a Dramix acélhuzal-szálak szerepe jelentős. A repedések fellépése után a betontáblák közötti kapcsolat a homogén módon elkevert Dramix acélhuzal-szálak jelenléte, és a repedések szabálytalan vonalvezetése folytán nem szakad meg. A veszélyes hulladékok oldata – ha ilyen keletkezik – nem tud az altalajba jutni, mert a jól tapadó, rugalmas fúgatömítő anyag útját állja.

5. A Dramix acélhuzal-szálerősítésű beton készítése

A Dramix acélhuzal-szál két végén kampósan hajlított, natúr felületű vagy cinkbevonatos, 1100 N/mm^2 szakítószilárdságú acélhuzal, amelyet vízoldódóan ragasztott sávszerű alakzatban hoznak forgalomba. A ragasztott kivitel megakadályozza a szálak csomósodását, és feleslegessé teszi a betonba való adagolás előtti foszlatást. A betonkeverőgépben a víz és a mechanikus igénybevétel hatására a szálakból ragasztott sávok csomósodás nélkül egyedi szálakra esnek szét.

A Dramix acélhuzal-szálerősítésű beton előnyös tulajdonsága, hogy a normál betonhoz képest zsugorodási és egyéb repedésérzékenysége kisebb, jelentős mértékben szívós, dinamikus és koptató hatásnak jobban ellenáll, a betonba való bekeverése egyszerű, az ilyen beton kivitelezése különleges intézkedéseket nem igényel. Bekeverni a már megkevert betonba szokás, adagolása az építéshelyen a mixer gépkocsiba is történhet.

A natúr felületű Dramix szál a felületen rozsdásodhat, ami esztétikailag ugyan kedvezőtlen, de esetünkben nem indokolja a drágább cinkbevonatos, vagy főképp nem a rozsdamentes változat alkalmazását. Az acélszál a repedés korlátozó hatás folytán tömör és homogén betonstruktúrát eredményez, és ezért a felületi rozsdásodás a felszín alatti kis mélységben már nem jelentkezik.

A Dramix acélhuzal-szálat a belga N. V. Bekaert S. A. Drótmű (Zwevegem) gyártja.

Az alkalmazni javasolt Dramix acélszál hossza 60 mm, átmérője 1,0 mm, típusa: ZC 60/1.00. Egy zsákban 30 kg acélszál van, egy raklapra 40 zsák fér fel, azaz egy raklapon 1200 kg acélszálat szállítanak.

A Dramix beton ipari padlóburkolat méretezésére kész módszerek vannak. Ezek a módszerek az aljzat tömörsége, a terhelés mértéke, a beton minősége, a Dramix acélhuzal-szál típusa függvényében megadják a szükséges szál mennyiséget és a betonburkolat szükséges vastagságát.

Ha a beton burkolat vastagsága legalább 200 mm, az ágyazat jól tömörített, és ezért az ágyazási tényező legalább k = 0,1 N/mm^3, a beton nyomószilárdsági osztálya legalább C 25, mértékadó teher a targonca 6 tonnás önsúlya, amely targonca két tengelyű, és egy tengelyén két, legfeljebb 0,7 N/mm^2 keréknyomású pneumatikus kerék van, akkor 20 kg/m^3 mennyiségű ZC 60/1.00 típusú Dramix acélhuzal-szál betonba való keverésével a teherbírási követelményt nagy biztonsággal kielégítő beton burkolatot lehet előállítani. Teherbírási szempontból tehát a tervezett 250 mm helyett a 200 mm-es betonburkolat vastagság is elegendő lenne, az eredetileg tervezett vastagság megtartása mellett a vízzáróság és a korrózióállóság

követelménye szól, hiszen egy vastagabb burkolat kevésbé reped meg és az agresszív oldatok számára kevésbé átjárható. A C 30 beton minőséget a kopásállóság és a fagyállóság indokolja.

Fentiek alapján a hordós hulladéktároló 25 cm vastag betonburkolatának ZC 60/1.00 Dramix-szál igénye 1000 x 0,25 x 0,02 = 5 tonna. Ehhez hozzá kell adni a 42 m hosszú gyűjtőakna miatti mintegy 115 m^3 többletbetonhoz tartozó 2,3 tonnás és esetleg a segédanyag raktár betonjának 0,7 tonnás igényét, ami így összesen 8 tonna ZC 60/1.00 típusú Dramix acélhuzal-szálat tesz ki. (7 raklap tartalma 8,4 tonna).

Az ehhez tartozó többletkiadással szemben megtakarítást jelent a vasszerelés és a korracél fúgalemez gyártási és szerelési költségének elmaradása, továbbá jelentős kivitelezési idő megtakarítása.

6. Betontechnológia

A különleges betontechnológiai követelmények a következők:

1. Az aljzatot gépi eszközökkel, ha kavics ágyazat készül, akkor közben locsolva, igen gondosan be kell tömöríteni. A betömörített durva kavicságyazatra ugyancsak betömörített 2 cm vastag homokréteg kerüljön.
2. Az aljzatra átfedéssel műanyag fóliát kell fektetni, hogy az aljzat a rákerülő betonból a vizet ne szívja el.
3. A betonozást 25 °C alatti hőmérsékleten kell végezni, mert magasabb hőmérsékleten a betont a zsugorodási repedések fellépésétől nem lehet biztonsággal megvédeni.
4. A fentiekben már leírt módon megkevert és a zsaluzatok közé terített betont teljes magasságában egyszerre kell elkészíteni, tömöríteni, majd a megfelelő magasságban le kell húzni.
5. A felület meghúzása után (ez a hőmérséklettől függően néhány óra) a felületet rotoros simítógéppel át kell dörzsölni. A műveletet először a tárcsás, majd másodszor közvetlenül utána a szárnyas szerszámmal kell elvégezni.
6. Ezt követően azonnal, egészen 7 napon át védeni kell az elkészített betonburkolatot az idő előtti kiszáradástól. A betont hidegvízzel locsolni tilos. A kiszáradástól a betont legjobban átfedéssel fektetett műanyag fólia takarással lehet védeni. Ez a szél hatásától is óvja a betont. Ha ez nem oldható meg, akkor langyos vízzel kell elárasztani, vagy permetszerűen locsolni a betont 7 napon át.
7. A tűző naptól a betont védeni kell, ezért előnyös, ha a térbetonozásra a tetőszerkezet megépítése után kerülne sor.
8. Ha a betonozást esetleg nem lehet egyvégtében folytatni, és a munkát meg kell szakítani, akkor a munkahézag helye a majdani vakhézag helyével essen egybe. Erre a helyre zsaluzatot kell készíteni, és a betont azt kitöltve kell bedolgozni. Az öreg és a friss beton kapcsolatát betonacél pálcák 12,5 cm-es mélységben való bebetonozásával kell biztosítani. A Ø 14 mm méretű betonacél pálcák hossza 40 cm legyen, amiből 20 cm lógjon ki, és kerüljön a későbbi friss betonba. A betonacélrudak beépítési sűrűsége 0,5 m legyen. A munka folytatása előtt a zsaluzatot el kell távolítani, és a friss betonnal majdan érintkező öreg beton felületet tapadóhídként akrilgyanta diszperzióval be kell kenni.
9. Betonozás közben rendszeresen kell mérni a beton konzisztenciáját a folyósító adalékszer bekeverése előtt és után is. Az adalékszer bekeverése után 150 mm méretű próbakockát kell 28 napos nyomószilárdság vizsgálatra készíteni. A próbakockákat be kell tömöríteni, és meg kell mérni a tömegüket, majd egy napos korig nedves ruhával kell letakarni, egy napos korban ki kell zsaluzni, és ezt követően 28 napos korig víz alatt *vagy* legalább 95 % relatív nedvességtartalmú légtérben kell tárolni.

Egy nyomószilárdság vizsgálati próbakockával legfeljebb 75 m^3 beton minősíthető, de naponta legalább 6 próbakocka készítendő a nap folyamán egyenletes időközökben elosztva. A konzisztencia mérést a beton próbakocka készítéssel együtt kell végezni, de a konzisztencia méréshez használt beton nem kerülhet a kockasablonba. Fentieken túl minden rendkívüli esetben konzisztencia vizsgálatot kell végezni, és próbakockákat kell készíteni.

Ha az Építtető úgy kívánja, akkor ellenőrizni kell a beton vízzáróságát és kopásállóságát is. A vízzáróság vizsgálathoz 200x200x120 mm, a kopásállóság vizsgálathoz 71x71x71 mm méretű próbatestek szükségesek, mintavételenként 3-3 darab. Az elkészült műtárgyból próbatestet kivágni vagy kifúrni tilos.

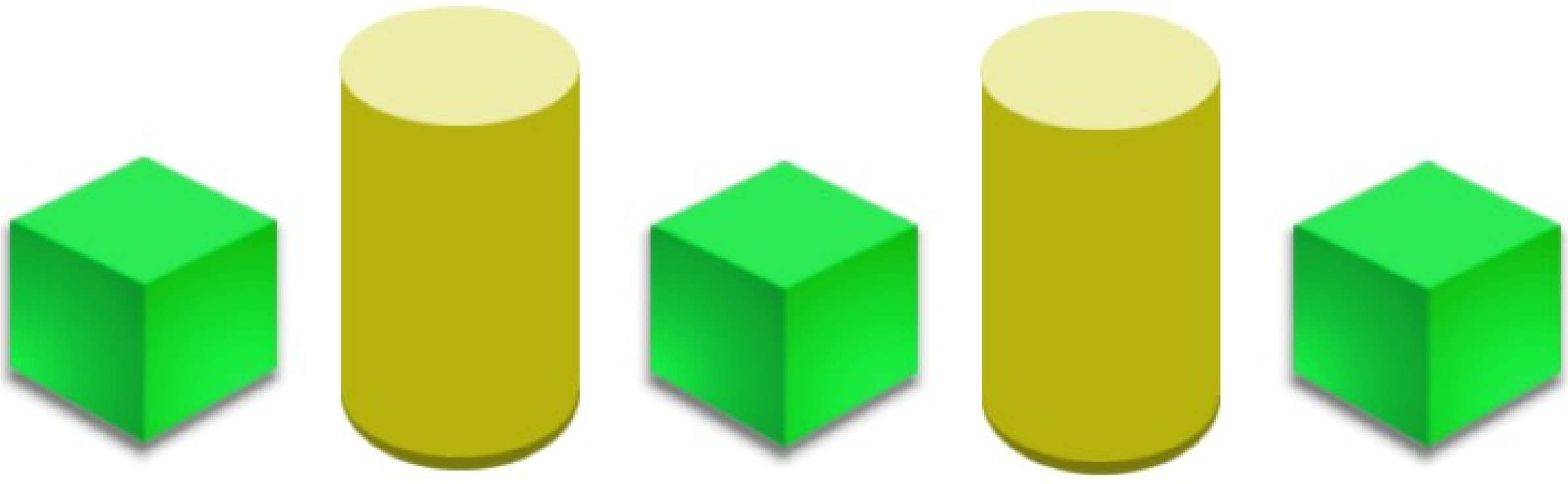
10. Javasolható, hogy a vasbetonoszlop lábazatok sarokrészei, a kármentő sarokrésze – amelyek igazán jól nem tisztíthatók – továbbá a hordós hulladéktároló hosszában futó akna felülete 3 P műgyanta bevonattal külön védelmet kapjon.

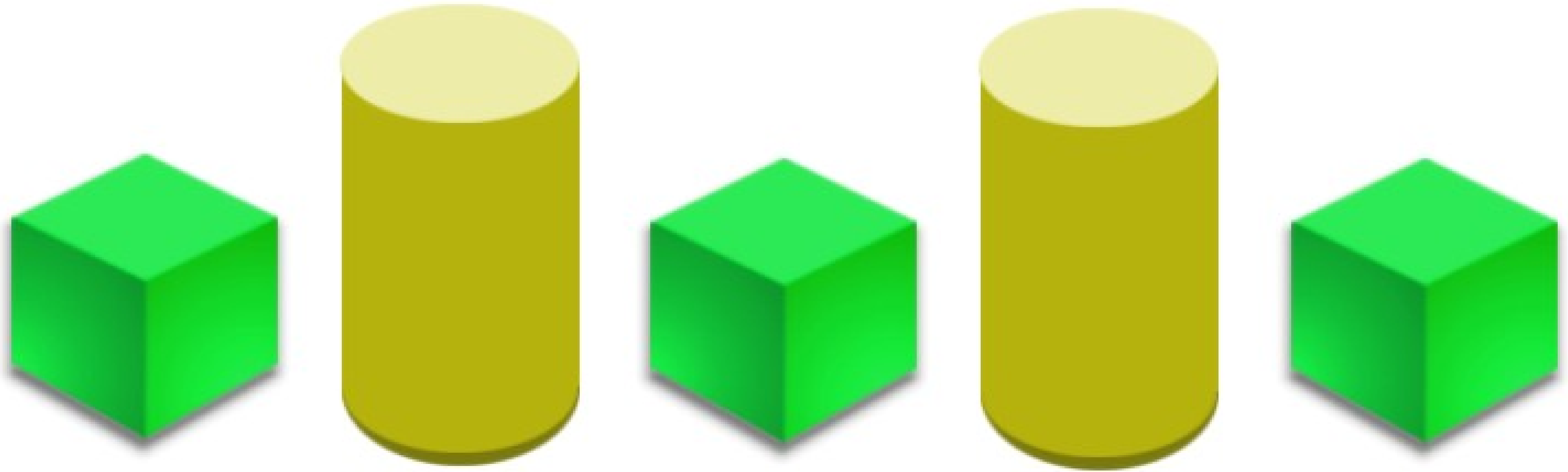
    A 3 P műgyanta kétkomponensű sárgás-barna színű anyag, amely sav, lúg és szerves oldószer álló, és kiváló mechanikai tulajdonságokkal is rendelkezik. (Az Építésügyi Minőségellenőrző Intézet által kiadott építőipari alkalmassági bizonyítvány száma: A-106/P2.) A 3 P műgyanta legyártását és helyszíni felhordását az ENTI Kft. vállalja.

11. Javasolt az Avenarius GmbH. Pluviol S nevű silaxan bázisú impregnálószerének alkalmazása, amely mélyen beitatódik a betonba, és csökkenti annak vízfelvételét, alkáliáknak is jól ellenáll. A fiatal, néhány napos betonra is felhordható, de célszerűbb – 7 napos kor után, miután az utókezelés befejeződött, és a beton kiszáradt, tehát – a 14 napos betonra felhordani. Felhasználás közben azonban letakarással védeni kell tőle az egyéb műanyag, bitumen felületeket. Az anyagigény mintegy 0,5 liter/m^2.

Budapest, 1994. július 20.

Dr. Kausay Tibor sk.



Érthetetlen és végtelenül szomorú,
hogy Magyarország képtelen
megőrizni termelő értékeit és piacát.
A nagy múltú
BVM (Beton- és Vasbetonipari Művek)
Budapesti Gyárának utódja,
az utolsó magyar kézben lévő,
jelentős vasbetonelemgyár is
elesett a csatában. Felszámolják…

Nekrológ helyett,
a *magyar* betonelem és transzportbeton gyártás utolsó éveiről is:
http://www.betonopus.hu/notesz/betonipar-fejlodese-szte-2009.pdf